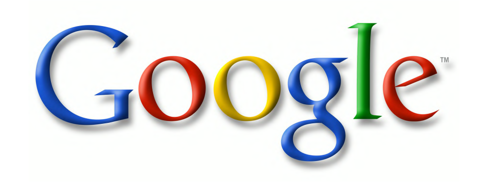
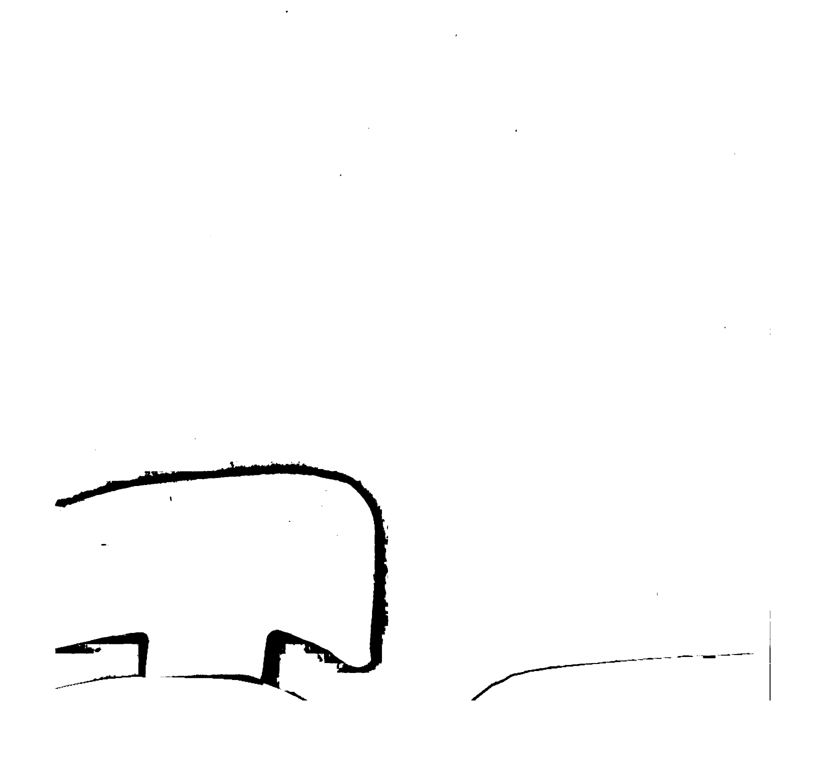
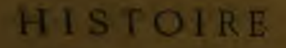







SEAL OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LET THERE BE LIGHT
1868

HISTOIRE



DU TRAVAIL

LA

NATURE ET L'HOMME

PAR

FÉLIX FOUCOU



BIBLIOTHÈQUE

D'ÉDUCATION ET DE RÉCRÉATION

PARIS, J. HETZEL, 18, RUE JACOB

1868

Professor John Tyndall

With author's respectful compliments

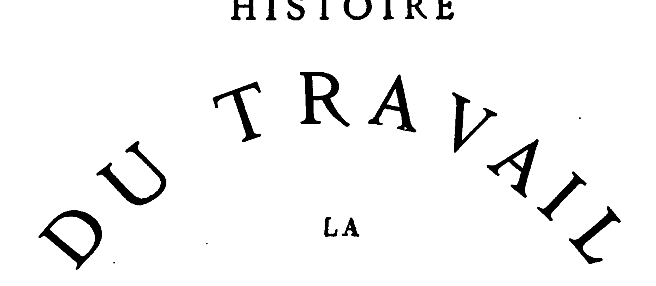
Félix Foucou

HISTOIRE

DU TRAVAIL

Imprimé par Charles Noblet, rue Soufflot, 18.

HISTOIRE



NATURE ET L'HOMME

PAR

FÉLIX FOUCOU

« Tout est le produit du Temps. »



BIBLIOTHÈQUE
D'ÉDUCATION ET DE RÉCRÉATION
PARIS, J. HETZEL, 18, RUE JACOB

1868

AUX ANCÊTRES

MÉDITERRANÉENS ET ANGLO-SAXONS.



La plus grande partie de ce livre était composée dès le printemps de 1866. Vers cette époque, je dus faire un long voyage dans l'Amérique du Nord, où il me fut donné d'observer, sur des proportions qui m'étaient inconnues, le double travail de la Nature et de l'Homme.

Les premiers chapitres ont été consacrés à retrouver quelques-unes des forces qui ont concouru, soit à ébaucher le relief terrestre

avant l'arrivée des hommes, soit à améliorer plus tard ce relief, pour l'approprier à des besoins toujours croissants et de moins en moins instinctifs.

J'ai insisté à plusieurs reprises sur le rôle que les substances jouent dans l'œuvre de la civilisation. Le verre par exemple, sous la forme de carreaux de vitre, a permis à cette civilisation de s'étendre vers l'hémisphère nord; sous la forme de baromètre et de thermomètre, il a fondé la physique expérimentale, d'où est sortie la machine à vapeur avec toutes ses conséquences; façonné en lentilles de télescope et de microscope, il a agrandi le champ de la vision dans l'infiniment grand et l'infiniment petit, et donné l'essor à nos conceptions sur le système du monde.

Il fallait examiner, en retour, l'influence de ces conceptions sur l'outillage matériel des

sociétés humaines. Je l'ai fait à l'occasion de la balance, instrument qui a fondé la chimie. Point de chimie sans balance, et point de balance avant que les hommes ne se soient élevés à l'idée de réciprocité — observation qui fait dépendre l'établissement d'une science physique d'un progrès survenu dans la notion morale de Justice. Enfin, m'aidant des travaux des savants modernes, ainsi que des résultats obtenus par l'industrie, j'ai été conduit à reconnaître que l'avénement des sciences expérimentales est le fait le plus considérable de l'Histoire. Ce qui frappe dans le travail de la Nature et dans les premières phases du travail de l'Homme, c'est la tyrannie du Temps. Pour démolir des roches et en construire de nouvelles, il faut à la pesanteur et aux autres forces de même ordre, livrées à elles-mêmes, une durée énorme. Pareillement, à l'homme

antique et au barbare moderne, un temps considérable est nécessaire pour réaliser le moindre progrès moral. Dans ces conditions, l'idéaliste, dont la caractéristique est de supprimer partout le Temps, demeure opprimé par cette fatalité universelle. Au contraire, par les sciences expérimentales le Temps est vaincu et l'ami de l'Idéal affranchi.

Enfin, il m'a paru digne d'intérêt d'appliquer à une question d'actualité bien définie les vues théoriques résultant de cette exposition. Les sciences expérimentales sont en voie de fonder l'établissement de la civilisation industrielle sur tous les points du globe : un pays tel que la France ne peut renoncer à prendre une grande part à cette œuvre ; mais il faut pour cela que les Français remportent la victoire la plus difficile — qu'ils élaguent de leur tempérament tout ce qui les a rendus redou-

tables à la guerre, et s'attachent à développer avec persévérance les nobles qualités qui ont tant contribué jadis à leur donner le sceptre dans l'ordre intellectuel.

SOMMAIRE.

PREMIÈRE PARTIE.

LE TRAVAIL DE LA NATURE.

DEUXIÈME PARTIE.

LE TRAVAIL DE L'HOMME.

PREMIÈRE PARTIE

LE TRAVAIL DE LA NATURE

CHAPITRE PREMIER.

L'HISTOIRE ET LE TRAVAIL DE LA NATURE.

Les matériaux mis en œuvre par l'Homme sont le résultat du travail de la Nature. La connaissance du travail de la Nature est donc indispensable pour éclairer du même coup le travail actuel de l'Homme et l'Histoire — car l'Histoire n'est que le recueil des anciens travaux des hommes.

La Nature est à l'œuvre depuis un temps in-

commensurable et elle travaille encore autour de nous. Elle a construit autrefois les roches qui servent à élever aujourd'hui nos demeures, les métaux et les combustibles dont les propriétés nous permettent de nous transporter au loin : plus récemment elle a fabriqué la terre végétale propice à l'établissement des agglomérations humaines. De nos jours, enfin, elle produit, transforme et reproduit des fibres ligneuses, musculaires, nerveuses et cérébrales, distribue la chaleur solaire, l'atmosphère et les eaux, fait surgir lentement le fond de certaines mers, tandis que, sur d'autres points, elle abaisse peu à peu le niveau des continents.

Commencé beaucoup plus tard, le travail de l'Homme est, tout à la fois, une modification incessante de l'ancien travail de la Nature, et souvent une lutte, plus souvent une association avec cette même Nature, dans certains travaux qu'elle exécute durant la période contemporaine.

Les montagnes, les plaines, les fleuves, les golfes, les lacs, les rivages, les archipels, toutes ces créations d'un ordre purement physique, sont la charpente osseuse de l'Histoire : elles en supportent l'édifice, de même qu'elles en déterminent les mouvements. Les races humaines forment la substance qui recouvre cette charpente. Aussi longtemps que ces races sont faibles, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas encore fondé une Industrie capable de se jouer des montagnes, de fertiliser les plaines, de gouverner les fleuves, de franchir les mers sûrement et avec rapidité, aussi longtemps la charpente sur laquelle elles s'appuient joue le principal rôle, et elles sont plus ou moins dominées par les forces de l'ordre physique— par la pesanteur, la cohésion, la chaleur solaire, qui apparaissent toutes-puissantes à chaque page du passé. Au contraire, à mesure que ces races modifient plus vigoureusement le travail de la Nature, elles tendent à réaliser sur cette terre, sinon le mythe d'une Histoire faisant

elle-même ses voies et tout à fait indépendante de l'ordre physique, du moins un état de choses dans lequel la direction appartient aux puissances de l'ordre moral, à la réflexion, à l'amour du beau, à la passion du juste et surtout à la sympathie, puissances dont la destinée est de subordonner toujours davantage la pesanteur, la cohésion, la chaleur solaire et autres impulsions de cette espèce.

L'histoire de l'Écosse est la preuve la plus frappante de l'influence exercée par la position des montagnes sur la marche de la civilisation. Comme l'a déjà remarqué l'historien Buckle, ce fut un grand bonheur pour les Écossais et pour les Anglais, que le massif montagneux des Highlands se trouvât placé au nord et non au midi de l'Écosse. De la sorte, les terres hautes, qui sont partout si favorables au maintien des sociétés militaires, ne purent étouffer le développement de la colonisation industrielle qui s'avançait d'Angleterre à travers les terres basses. Quelque brillante qu'elle

apparaisse dans les romans de Walter Scott, la société des Celtes-Gaëls d'Écosse vivait de rapines avant sa réunion à la Grande-Bretagne. Au contraire, la société Anglo-Saxonne vivait d'une agriculture déjà perfectionnée, de la grande navigation, du travail des mines, des manufactures et du commerce. Les institutions politiques de deux sociétés aussi distinctes ne pouvaient être les mêmes, et il fallait que l'une d'elles absorbât l'autre. Si les Highlands avaient été placées, par exemple, sur la ligne qui joint Carlisle à Berwick, il est probable que l'Écosse eût absorbé l'Angleterre; il est au moins certain que les Celtes eussent réussi à tenir la civilisation en échec pendant un temps fort long. L'acharnement et la durée des guerres qui ont abouti, pour le bien commun, à l'union de l'Angleterre et de l'Écosse, montrent assez combien il a été difficile d'extirper le militarisme de ce coin du globe. Si des conditions meilleures lui avaient été faites là, comme en d'autres pays — notamment dans

l'Europe occidentale — nul doute qu'il n'en fût résulté un grand changement dans la marche de l'Histoire durant ces derniers siècles. Mais, par un heureux concours de circonstances, la société Celtique ayant été refoulée très-loin vers les hauteurs, il fut possible de la drainer définitivement vers les ports de mer et le continent américain.

Les fermiers Anglais de la plaine furent ici les vrais civilisateurs, non-seulement parce qu'ils établirent des méthodes de travail fructueuses sur des terres dont les Celtes étaient incapables d'exploiter les richesses, mais encore en obligeant ces derniers à passer, d'un milieu favorable aux loisirs de la guerre, dans un milieu favorable aux occupations de la paix. L'Angleterre y gagna ses libertés politiques, et l'on vit les débris des clans devenir eux-mêmes, sur les bords de la Clyde et dans le Nouveau-Monde, des producteurs et des civilisateurs de premier ordre.

En passant de la Grande-Bretagne dans l'Eu-

rope continentale, on observe un phénomène analogue, développé sur une échelle plus vaste et avec des péripéties qui durent encore. Ici, comme en Écosse, comme partout sur le globe, le problème à résoudre pour faire progresser l'espèce humaine s'est trouvé, dès le premier jour, posé en ces termes : L'extension provisoire de la civilisation militaire étant inévitable, à cause de la sauvagerie primitive de toutes les races humaines, arriver, *par le travail producteur*, à constituer une civilisation industrielle qui, de proche en proche, mette les guerriers à la raison.

L'Europe a vu les succès inouïs de la civilisation militaire conduite par un certain nombre de tueurs d'hommes admirablement doués pour cette besogne. Parmi ces carnassiers, il en est quatre qui sont vraiment grands — Alexandre, César, Charlemagne et Napoléon. Autour d'eux s'agite le menu fretin des capitaines de second ordre. Placés dans des conditions très-différentes, les uns, comme Alexan-

dre et Charlemagne, sous l'influence d'une vision assez distincte de l'avenir, ont aidé dans une certaine mesure à l'avénement des civilisateurs industriels : les autres, comme César et surtout comme Napoléon, plus foncièrement destructeurs et doués d'une intelligence moins haute, n'ont rien vu de ce que l'esprit des temps amenait. Cependant, malgré ces différences, les quatre grands carnassiers d'Europe travaillent bien à une œuvre commune, qui s'agrandit sans cesse en passant de l'un à l'autre : ils sont bien les quatre représentants de la civilisation militaire Européenne, commencée d'une manière confuse par la Grèce antique; agrandie par les Romains; renforcée de l'élément spirituel au moyen âge; enfin, portée à son apogée par les derniers représentants de la race Celtique, armés sous Bonaparte du génie et des institutions de la Rome impériale.

Rappelons à grands traits l'influence que les montagnes de l'Europe ont exercée dans

la succession de ces mouvements historiques.

Si l'on joint par une ligne droite l'embouchure du Danube à celle de l'Oder, cette ligne rase à très-peu près le bord oriental de la grande chaîne des Karpathes. A l'ouest de cette ligne sont ramassées toutes les montagnes européennes, à l'exception des monts Ourals et des Alpes scandinaves ; et cependant la portion de terre comprise entre elle et l'océan Atlantique ne représente que la moitié de l'Europe. Depuis les Karpathes jusqu'à l'Oural, le voyageur ne rencontre que de petites éminences, des plaines, des steppes, des lacs et des cours d'eau, sur une étendue d'environ 35 degrés en longitude. Au contraire, depuis les Karpathes jusqu'au méridien qui dessine la côte occidentale d'Irlande et tombe dans l'océan Atlantique, à peu de distance de la côte occidentale d'Espagne, sur la même étendue d'environ 35 degrés en longitude, les géologues ne comptent pas moins de vingt et un systèmes de montagnes différents. L'Europe se divise

donc en deux zones géographiques très-nettement dissemblables, et l'on voit tout de suite que la civilisation militaire s'est épanouie et fortifiée, dans la zone où abondent les massifs montagneux. Dans cette œuvre, la zone dépourvue de massifs montagneux a joué sans doute un rôle important, puisqu'elle a livré un passage facile à d'immenses agglomérations de races diverses venant de l'Est — notamment aux Celtes, aux Saxons et aux Slaves. Mais ces races introduites successivement dans l'Europe occidentale, par le contre-coup des révolutions de l'Asie, auraient été incapables de produire une civilisation militaire supérieure à celles qu'elles apportaient chez les autochthones, si l'ouest de l'Europe, au lieu d'être sillonné de montagnes, ne présentait que de petites éminences, des plaines, des steppes, des lacs et des cours d'eau. Cela est suffisamment démontré par l'état primitif des peuplades répandues au-delà des Karpathes, état qui ne s'améliore que grâce à l'éducation

occidentale des chefs de ces peuplades—de l'aristocratie polonaise et du gouvernement russe.

Après cette vue générale, il faut examiner en détail les diverses parties de l'Europe montagneuse. La véritable civilisation militaire, celle qui se répand au dehors par les armes, n'y commence qu'avec les Grecs. Mais en Grèce, le massif des montagnes affecte une forme qui s'oppose à l'établissement d'un grand Etat centralisateur, comme l'empire Romain ou l'empire Français. Le génie fédératif de la Grèce est empreint dans cette nature variée, qui montre tant de chaînes de montagnes, de vallées, de défilés, de golfes et de détroits, ramassés dans un espace infime. Et cet espace, pour comble de bonheur, relie l'Europe à l'Asie par une chaussée d'îles ravissantes, peuplée de myriades d'êtres actifs et rêveurs, s'éveillant à la vie en pleine lumière, portés vers la guerre et le commerce par la soif de l'idéal, bien plus que par l'amour du lucre. Aussi, combien ces artistes inimitables

nous sont sympathiques, malgré les défauts que leur a laissés la vie sauvage dont ils sortent à peine. Alexandre, issu des monts de la Macédoine, est un Polynésien dans la bataille et dans l'orgie : mais quel type splendide d'Européen, lorsqu'il est calme et projette sa confédération de *tous* les peuples de la Méditerranée, sa conquête de *toute* la terre habitable, la découverte de *tout* ce qui est encore inconnu. L'homme qui possédait une telle constitution cérébrale, servie par un tel besoin de mouvement, ne pouvait agir en Grèce où les montagnes l'arrêtaient trop vite : le reste de l'Europe lui était presque entièrement inconnu, et du reste peu préparé à recevoir, dès cette époque, une forte civilisation militaire ; il se jeta donc sur l'Asie, accomplissant avec un instinct merveilleux la véritable mission de sa race—la colonisation universelle.

Humboldt a indirectement signalé cette influence des soulèvements du sol grec sur l'histoire de ce grand peuple, lorsqu'il a écrit :

« Ce qui distingue les colonies grecques de toutes les autres, particulièrement des colonies immobiles de la Phénicie, ce qui a imprimé un cachet propre à leur organisation, c'est l'individualité et les différences originaires des races dont se composait la nation. Il y avait dans les colonies grecques, comme dans tout le monde hellénique, un mélange de forces dont les unes tendaient à la séparation, les autres au rapprochement. Cette opposition produisit la diversité dans les idées et dans les sentiments ; elle amena des différences dans la poésie et dans l'art rhythmique ; mais partout aussi elle entretint cette plénitude de vie où tout ce qui semble ennemi s'apaise et se réconcilie, en vertu d'une harmonie plus générale et plus haute. »

En résumé, les montagnes ont agi en Grèce de deux manières bien distinctes. Dans un pays dont les différentes parties sont séparées par des défilés tels que celui de Tempé, où dix hommes postés à l'endroit le plus étroit, sur

une route taillée dans le roc, pouvaient arrêter une armée entière entrant en Thessalie, le sentiment de la valeur individuelle domine tout, et l'autorité ne peut avoir d'autre base que la liberté : elle ne peut être acceptée si le choix de l'individu n'est pas volontaire, qu'il soit d'ailleurs spontané ou réfléchi. Mais, comme conséquence immédiate, dans un tel pays le despotisme ne peut faire souche, et il est impossible de prendre sur un tel peuple le point d'appui d'un vaste système de domination politique. Il ne veut le joug, ni pour lui, ni pour ses semblables ; et si la beauté naturelle des sites ou des hommes vient se joindre à cet heureux tempérament, si elle est interprétée par des cerveaux richement doués, ce peuple ne concevra pas d'ambition plus haute que celle de régner sur le monde par l'opinion, par l'intelligence, par les œuvres de la beauté. Aussi la civilisation grecque épuise-t-elle bien vite la donnée militaire, pour devenir une civilisation intellectuelle et artistique. Loin de

regretter la conquête de la Grèce par Rome, il faut s'en réjouir. Désormais l'œuvre, indispensable mais abrutissante, de grouper les hommes en leur donnant des coups, va passer en des mains plus grossières. Les Romains viennent d'entrer en scène. Débarrassés des préoccupations inférieures qui hantent les hommes ou les races aptes à commander avec le glaive, les Hellènes vont maintenant commander avec la vraie force, avec le génie et la grâce unis ensemble. Les germes contenus dans leurs œuvres se répandront partout où la guerre fera pénétrer les nouveaux maîtres : et malgré les efforts des destructeurs, ces germes grandiront jusqu'à donner le jour aux sciences expérimentales, dont la mission est de faire passer le gouvernement du monde aux mains des producteurs.

Par son relief, l'Italie était autrement prédestinée que la Grèce à devenir le centre d'un grand empire militaire. Tandis que les Apennins grecs sont coupés transversalement

par des chaînes de montagnes et des vallées étroites, qui rendaient impossible l'unification matérielle de l'Attique avec la Thessalie et le Péloponèse par exemple, les Apennins d'Italie, au contraire, laissent communiquer entre eux les deux versants de la Péninsule, par de larges vallées où il est impossible à quelques hommes d'arrêter une armée au passage. C'est dans ce grand fait naturel qu'il faut chercher l'explication de la fortune des Romains. Une telle fortune, ainsi que Montesquieu l'a si bien mis en lumière, eut son point de départ dans la grandeur du caractère de ce peuple : mais cette grandeur, s'exerçant sur un théâtre moins favorable, n'eût abouti qu'à une ébauche de domination militaire. L'éducation sévère des soldats romains ; la nécessité première, pour un peuple sans industrie, de vivre de pillage et par conséquent d'être toujours en guerre avec ses voisins ; le puissant ressort que donnait aux chefs la perspective du triomphe et de l'élection populaire ; un esprit et des

mœurs de famille solides; l'obéissance à la loi, par amour pour la loi elle-même; la séparation absolue des spécialités entre le chef d'armée et le Sénat; enfin l'esprit ferme, pratique et subtil de ce corps dirigeant, furent sans doute des forces irrésistibles. Mais si les nations latines, finalement vaincues par Rome, avaient eu, pour servir leur opiniâtreté dans la lutte, le territoire et les avantages naturels qui empêchèrent toujours la prépondérance exclusive de l'une quelconque des villes grecques — Thèbes, Athènes ou Lacédémone — il est évident que la petite bourgade des premiers rois ne fût pas devenue la capitale du monde ancien. Voilà pour les origines premières.

Les progrès de la fortune des Romains ne sont pas moins étroitement liés à l'orographie du midi de l'Europe. C'est dans cette partie, en effet, que sont concentrés les plus forts massifs montagneux du continent — forteresses qui devaient protéger à merveille l'incubation d'une société militaire. A l'époque

où Rome grandit, cette incubation ne pouvait encore se faire au nord des Alpes. Les conditions de la vie, pour une grande nation, y étaient beaucoup trop difficiles. L'industrie n'offrait alors qu'un petit nombre de ressources contre la faim, le froid, la pluie, les ténèbres et l'isolement. Peu de linge, point de carreaux de vitres, l'obligation de moudre le grain à bras d'hommes, des sources de chaleur et de lumière artificielles non exploitables encore, l'absence presque complète de routes et de moyens de transport, telle était la situation économique chez les Européens. On comprend qu'au midi des Alpes, cette insuffisance fût atténuée par la beauté du climat, la fertilité de la plaine lombarde, des deux versants des Apennins, de la Sicile, de l'Afrique, de la Syrie et de l'Asie-Mineure, par des ports hospitaliers en très-grand nombre et par une mer assez étroite, assez parsemée d'archipels, assez étoilée pendant la nuit, pour que l'on pût y naviguer longtemps avant l'invention de la

boussole. Mais au nord des Alpes, il était alors impossible de voir s'établir d'immenses agglomérations d'hommes dans une grande capitale. Il fallait, avant tout, que l'Industrie eût fait assez de progrès pour permettre à l'homme du nord, vivant dans les forêts et les marécages, traqué par des pluies persistantes ou engourdi par la neige, de conquérir d'abord son propre territoire sur la Nature. Les Romains ayant trouvé chez eux cette première besogne toute faite par le soleil, les eaux, l'atmosphère et les mouvements intérieurs de l'écorce terrestre, pouvaient sans déraison tenter de conquérir les territoires des autres peuples, parce qu'il leur était plus facile qu'à ces peuples, de se concentrer en une grande nation.

Ici, le phénomène est précisément l'inverse de celui que nous signalions au début pour l'Écosse. Comme en Écosse, la civilisation militaire a été couvée, sur le continent, à l'abri d'un massif montagneux ; mais au lieu de s'y

trouver au nord — c'est-à-dire dans la position relative qui a permis à la civilisation industrielle de triompher en Grande-Bretagne — le massif de l'Europe continentale est placé au sud, c'est-à-dire de la façon la plus favorable à la prépondérance de la civilisation militaire. Il serait intéressant de conjecturer la marche qu'aurait prise l'humanité, si, les belles plaines de l'Allemagne, de la Flandre et de la France ayant occupé l'espace compris entre la Sicile et les Alpes, la terre italienne avait confiné à la Manche. Mais ces recherches, très-importantes lorsqu'on envisage l'Histoire comme une science exacte, nous entraîneraient hors de notre objet, qui est strictement de montrer l'influence du travail de la Nature sur le travail de l'Homme.

L'Allemagne et la France viennent après la Grèce et l'Italie, dans la série des événements qui ont fait la civilisation actuelle de l'Europe. Ici encore les mouvements du sol vont nous expliquer les mouvements des masses vivantes.

Toute civilisation militaire sans contrepoids conduit par une pente irrésistible à l'invasion, puis à la ruine du peuple qui a laissé se développer en lui, jusqu'à la monstruosité, cette forme sociale. Rome en fit l'expérience la plus complète. Malgré les bons germes déposés dans le gouvernement par la haute philosophie stoïcienne, malgré les vertus personnelles de quelques empereurs, l'empire devint rapidement une proie : au dedans, pour les soldats qui en trafiquaient et la nuée des fonctionnaires publics; au dehors, pour de prétendus barbares qui allaient devenir les vrais civilisateurs. Parmi ces peuples nouveaux, les Germains tiennent la plus grande place, quoique les Huns et les Goths aient certainement fait trembler davantage les deux empires d'Orient et d'Occident. L'état social des hordes venues de l'Est était beaucoup inférieur à celui des peuples saxons. Les Goths ne cultivaient pas la terre ; ils étaient pasteurs comme le sont encore un grand nombre des habitants

de l'est de l'Europe, s'élevant à peine d'un degré au-dessus de l'état social des Indiens chasseurs de l'Amérique. Les Huns s'éveillaient à peine à la vie sédentaire : jusque-là, ils avaient vécu de leurs troupeaux, à la façon des tribus actuelles de la petite Tartarie, dans les gras pâturages situés entre les Karpathes, le Caucase et l'Oural.

Les Germains, au contraire, établis depuis un temps immémorial entre la mer du Nord et les Karpathes, s'étaient développés dans un milieu beaucoup plus favorable à l'éclosion d'une civilisation industrielle — parmi de fécondes et vastes plaines que parcourent des massifs montagneux bien espacés et riches en mines métalliques de toute sorte. Chez eux, le sol n'est point tourmenté sur un espace restreint, comme celui de la Grèce, de l'Italie et du sud-est de la France. Du reste, dans l'Allemagne elle-même, il existe deux parties distinctes : la plus montagneuse, confinant aux massifs italiens, et qui est devenue, au-

:our de l'archiduché d'Autriche, la première 'orme d'empire militaire allemand ; en second ieu la partie basse, étendue entre les monts le Bohême et la ligne des rivages du Nord, et lepuis longtemps le berceau de la civilisation ndustrielle qui sauvera l'Europe. La vieille igue hanséatique fut la seconde ébauche de :ette civilisation sur le continent, après que la première, produite par les colonies grecques, les républiques italiennes et les commerçants méditerranéens, fut devenue insuffisante. Nous voyons se dessiner aujourd'hui la troisième des formes qui préparent la civilisation industrielle dans le vieux monde — les producteurs du Nord courant s'abriter instinctivement sous l'égide de la Prusse, pour faire échec au vieil esprit Romain des monarchies de France et d'Autriche. Si les montagnes allemandes, au lieu de s'élever dans le sud, avaient été dans le nord, la civilisation militaire de Rome n'eût fait que devenir plus terrible en se déplaçant. Le second empire

d'Occident, fondé par Charlemagne, se disloqua surtout parce qu'il était une impossibilité géographique; mais, dans l'hypothèse précédente, comme il répondait à la nature des choses, il se fût consolidé sans peine, au plus grand détriment de la civilisation industrielle, dont il eût arrêté l'essor en Angleterre, en Allemagne et dans le midi de l'Europe. Charles-Quint et Philippe II, appuyés sur le massif lointain de l'Espagne, furent impuissants contre les Saxons, qui battaient en brèche dans l'ordre religieux le vieil esprit dominateur de Rome, et contre les Anglo-Saxons qui travaillaient activement au même œuvre dans l'ordre matériel. Mais l'alliance du Saint-Empire et de l'Église eût été formidable et peut-être impossible à briser, s'il n'avait pas existé entre les Highlands d'Écosse et les Alpes, entre les Pyrénées et les monts de Bohême, une vaste étendue de terres favorables au développement de la civilisation industrielle.

Dans le travail difficile de ce développement,

la France joue un rôle de premier ordre, tantôt pour le favoriser, tantôt pour l'entraver : et cela précisément parce que dans ce pays, où les plaines et les massifs montagneux s'équilibrent assez bien, les deux civilisations militaire et industrielle ont grandi côte à côte, donnant le jour à deux Frances — l'une, qui a toujours tenu le gouvernement, imbue des traditions Romaines et fortement rivée au passé; l'autre cherchant à s'en délier, les yeux fixés sur l'avenir des races nouvelles. Dégagée de toutes les complications de détail, l'histoire des rois et des empereurs de France apparaît comme une lutte grandiose pour réaliser deux impossibilités provenant du relief du sol: pour empêcher l'expansion de la race Saxonne, et soumettre les races Latines de l'Italie et de l'Espagne au gouvernement de la race Celtique.

Longtemps avant d'être conquise par les Romains, la Gaule avait entrepris cette lutte— sur les bords du Rhin contre les Saxons, et

contre les Latins en pillant l'Italie. Mais la concentration de la race Celtique n'avait point encore eu lieu. Diverses branches des deux grandes familles Celtiques, des Gaëls et des Kimris, répandues en Irlande, en Écosse, dans le pays de Galles, en Espagne, dans les Gaules, formaient déjà des masses redoutables qui avaient envoyé des essaims jusque dans la Grèce et l'Asie-Mineure. Cependant ces tribus ne possédaient qu'une industrie rudimentaire ; elles étaient en outre, par leurs goûts changeants et leurs mœurs immobiles, peu aptes à perfectionner l'Industrie proprement dite. Enfin, à cause de cette même disposition morale, faisant la guerre pour la guerre, et non avec l'esprit de suite et le sens pratique des Romains, elles n'avaient constitué leur unité que dans l'ordre spirituel. Un archidruide — véritable pape — avait résidé, croit-on, dans l'île de Man, qui recevait en pèlerinage les Celtes de tous les pays ; comme l'île océanienne de Tonga-Tabou reçoit encore

aujourd'hui les pèlerins navigateurs de race polynésienne; comme la Mecque attire les musulmans, et Rome, les catholiques. Mais l'île de Man était trop en dehors du centre de la civilisation pour pouvoir conserver ce privilége, s'il est vrai qu'elle en ait joui : d'ailleurs les Saxons et les Scandinaves s'établissaient peu à peu dans le nord de la Gaule et dans les Iles Britanniques, apportant un culte nouveau, refoulant les Celtes vers les hauts sommets de l'Écosse, de l'Irlande et du pays de Galles, dans les presqu'îles de Cornouailles et de Bretagne. Le pays qui devait être plus tard la France devenait, par le fait d'un tel déplacement d'hommes, le nouveau centre vers lequel allaient converger les efforts de cette grande race vers l'unité. Aussi les vrais historiens ont-ils pu montrer, par des faits nombreux, l'influence décisive du druidisme dans les origines de la nationalité française.

Le théâtre sur lequel la race Celtique venait maintenant se ramasser, pour tenter un jour

la conquête de l'Europe, était disposé géographiquement de façon à justifier la foi de cette race à une telle chimère. Laissons parler ici l'homme qui a le mieux étudié la configuration du sol français. Dans son *Explication de la carte géologique de la France*, M. Élie de Beaumont écrivait en 1841 :

« La France, malgré la variété que présente son sol, ou plutôt à cause de la manière dont sont disposés les éléments de cette variété, est un des pays de la terre dont la population est le plus homogène ou, du moins, le mieux reliée dans toutes ses parties.......

« C'est la réunion des terres élevées du Midi avec les plaines du Nord qui présente ce caractère d'homogénéité de climat dont toute la France ressent l'influence, et qui fait que la nation française est une des plus grandes réunions d'hommes d'une complexion analogue.

« L'unité de la France est due, en grande partie, à ce que le noyau montagneux du Midi,

à cause de son élévation, est beaucoup plus froid, proportionnellement à sa latitude, que le bassin du Nord ; d'où il résulte qu'abstraction faite de la Gascogne et du littoral de la Méditerranée, le sol de la France présente jusqu'à un certain point, dans tous les départements, la même température moyenne.

« Si les relations de hauteur dont nous venons de parler étaient renversées, si les terres basses du nord de la France étaient portées au centre, et que les terres élevées du centre fussent portées au nord, la France serait partagée en deux nations presque distinctes, comme la Grande-Bretagne, entre les Anglais et les Écossais.

« La Gascogne et le littoral de la Méditerranée sont les deux exceptions les plus notables qu'on puisse citer; aussi remarque-t-on que les noms de *Gascons* et de *Méridionaux* désignent les distinctions les plus tranchées qu'on puisse signaler parmi les Français. »

Cet aperçu, rapproché des causes morales

qui ont contribué à faire l'histoire de France, explique la facilité avec laquelle s'est accomplie l'unité politique française. Les lignes suivantes montrent à leur tour pourquoi Paris est devenu le centre de cette unité, ainsi que le rôle joué par la France en Europe.

« Les deux parties du sol de la France, le dôme de l'Auvergne et le bassin de Paris, quoique circulaires l'une et l'autre, présentent des structures diamétralement contraires. Dans chacune d'elles les parties sont coordonnées à un centre, mais ce centre joue dans l'un et dans l'autre un rôle complétement différent.

« Ces deux pôles de notre sol, s'ils ne sont pas situés aux deux extrémités d'un même diamètre, exercent en revanche, autour d'eux, des influences exactement contraires : l'un est en creux et attractif; l'autre, en relief, est répulsif.

« Le pôle en creux vers lequel tout converge, c'est Paris, centre de population et de civilisation. Le Cantal, placé vers le centre de

la partie méridionale, représente assez bien le pôle saillant et répulsif..... L'un de nos deux pôles est devenu la capitale de la France et du monde civilisé ; l'autre est resté un pays pauvre et presque désert.......

« On voit donc que l'emplacement de Paris avait été préparé par la nature, et que son rôle politique n'est, pour ainsi dire, qu'une conséquence de sa position. Les principaux cours d'eau de la partie septentrionale de la France convergent vers la partie qu'il occupe, d'une manière qui nous paraîtrait bizarre si elle nous était moins utile et si nous y étions moins habitués. Enfin la nature, prodigue pour cette même partie de la France, l'a dotée d'un sol fertile et d'excellents matériaux de construction. Environnée de contrées beaucoup moins favorisées, telles que la Champagne, la Sologne, le Perche, elle forme au milieu d'elles comme une oasis. L'instinct qui a dicté à nos ancêtres le nom d'*Ile-de-France*, pour la province dont Paris était la capitale, résume d'une

manière assez heureuse les circonstances géologiques de sa position.

« Ce n'est donc ni au hasard ni à un caprice de la fortune que Paris doit sa splendeur, et ceux qui se sont étonnés de ne pas trouver la capitale de la France à Bourges ont montré qu'ils n'avaient étudié que d'une manière superficielle la structure de leur pays....

« On peut même remarquer encore, à ce sujet, que les circonstances géologiques qui font du lieu où se trouve Paris l'emplacement naturel de la capitale de la France, ont en même temps favorisé l'extension de son influence en Europe. Comme, du côté du nord-est, la France n'a pas de frontières nettement déterminées, rien, de ce côté, ne limite complétement l'influence de Paris, et cette grande ville se trouve être, de fait, la capitale intellectuelle de vastes contrées qui s'étendent au loin vers le nord-est. Paris, placé vers le nord de la France, se trouve, autant que possible, au centre de son influence morale, qui est bien

plus grande à Berlin qu'elle ne l'est au-delà des Pyrénées.......

« Les limites les mieux arrêtées de la France, celles de sa partie méridionale, la séparent des nations qui ont le plus de rapports naturels avec elle, à cause de l'origine latine ou celtique de leur civilisation et de leurs langues ; et peut-être que, si ces barrières n'eussent pas existé, les Français, les Espagnols et les Italiens ne formeraient qu'une seule nation. Au contraire, les parties où les limites naturelles de la France sont les plus vagues, sont celles où elle confine avec les peuples d'origine germanique, dont le contraste avec nous remonte à leurs anciennes migrations. bien plus qu'il ne dépend du territoire qu'ils habitent aujourd'hui. »

Les grands traits de l'histoire de France trouvent leur justification dans ce dernier rapprochement.

D'une part, la position relative des massifs et des plaines a facilité dans ce pays, plus que

dans tout autre, l'œuvre de l'unification des races, bien que l'anthropologie constate qu'il est peu de contrées en Europe qui présentent un aussi grand nombre de variétés du type blanc, établies sur le même territoire, à côté l'une de l'autre. En même temps, comme la France a été gouvernée tour à tour par les Celtes, les Romains et les Francs — c'est-à-dire par les trois peuples le plus essentiellement militaires dont l'histoire fasse mention — elle se trouvait exceptionnellement préparée à continuer l'idée romaine. Ainsi s'expliquent Charlemagne et Napoléon. Mais, d'autre part, si la géographie de la France et les invasions anciennes ont agi de concert dans ce sens, il n'est pas moins certain que la géographie de l'Europe et les mouvements d'hommes qui se sont produits en dehors de la France, ont agi de concert en sens inverse. Tandis que les successeurs des Romains, appuyés sur le glaive et sur l'Église, travaillaient à perpétuer la civilisation militaire sur la rive

gauche du Rhin, une civilisation industrielle grandissait au-delà de ce fleuve et sur les rives de la mer Germanique. Un instant même on put croire que cette forme parviendrait à s'établir de vive force dans l'ancienne Gaule: les Anglais tenaient Paris, la Normandie et la Touraine; les Allemands avaient poussé jusqu'au-delà des Vosges. En voyant la puissance de cohésion dont les Français dispersés firent preuve alors pour conquérir leur autonomie, on devine ce dont ils auraient été capables si les Alpes et les Pyrénées, reportées par exemple sur la côte septentrionale de l'Afrique, leur eussent permis de fonder dans l'ouest et le sud de l'Europe un grand empire guerrier. Les producteurs, qui ont définitivement saisi la prépondérance politique, à la suite des succès militaires des Prussiens et des Américains du Nord, seraient à cette heure dans un état de subordination misérable (1).

(1) Le lecteur objectera, sans doute, que si les Alpes n'avaient pas existé en Europe, les vallées du Rhin, du

Comme compensation, la Nature n'a pas disposé les choses en France uniquement dans le sens de la civilisation militaire. La pondération du relief, signalée par M. Élie de Beaumont, a produit de nombreuses conséquences, très-heureuses pour l'Industrie. Les cours d'eau, par exemple, sont beaucoup moins

Rhône et du Danube — qui sont formées en partie des matériaux de démolition de ces montagnes — n'existeraient pas non plus, et que par conséquent toutes les conditions seraient changées. Il objectera encore que l'empire romain eût été impossible, parce qu'il n'aurait pu se développer à l'abri des premières incursions des Barbares. Tout cela est élémentaire et parfaitement juste. Les divers changements que nous supposons dans l'orographie de l'Europe ne sont pas à nos yeux des hypothèses systématiques, mais seulement des illustrations pour établir que la géographie physique est la charpente osseuse de l'Histoire. Plus on sera frappé des perturbations qu'apporterait dans l'Histoire — telle que nous la connaissons — un seul des changements orographiques signalés, plus notre but sera atteint. Il n'échappe, du reste, à personne que nous présentons ici des *recherches*, non des récits; et que ces recherches sont indispensables pour arriver à constituer une science qui permette, en étudiant la Nature, de reconstruire les annales détruites des peuples anciens, ou d'édifier l'histoire de peuples aujourd'hui inconnus.

rapides et partant plus navigables dans le Nord que dans le Midi. Pour la même raison, unie à celles qui répartissent les brouillards et les pluies, la terre végétale du Nord est la plus épaisse, partant la plus propice à l'élève du bétail et aux cultures intensives. Ces conditions ont favorisé l'établissement des manufactures; et poussé d'autant mieux la France à entrer dans le concert pacifique de l'Europe, qu'elles se rapprochent beaucoup de celles dont jouissent les Flandres, les vallées du Rhin, du Danube, et le nord de l'Europe. Les intérêts de la portion industrieuse du peuple français deviennent ainsi le lien qui rattache de plus en plus la France à l'Europe, et en ceci la géographie est d'accord avec les aspirations nouvelles. Au contraire, les traditions militaires et romaines, malheureusement très-vivaces encore dans la nation, sont contrariées par les obstacles naturels qui séparent la France de l'Italie et de l'Espagne. D'où il résulte que pour marcher dans le sens de

l'avenir, pour entrer pratiquement dans la donnée abstraite de la Révolution, les Français de nos jours devront favoriser l'expansion de toutes les races d'origine germanique. Ce sera, il est vrai, l'arrêt de mort de la France traditionnelle; mais, en même temps, l'apparition d'une France qui entraînera tout, par l'alliance du génie Celtique et du génie Saxon, dont l'accord seul peut donner une expression complète du génie Européen.

Ce qui exigerait en France la résolution réfléchie des hommes nouveaux et le renoncement à des idées fausses, toujours chères, est en train de s'accomplir spontanément depuis un siècle dans l'Amérique du Nord.

Nous allons trouver ici encore, l'occasion de constater le rôle historique des chaînes de montagnes.

Pour tout observateur impartial, les États-Unis d'Amérique représentent un degré de civilisation dont ne jouit aucun des États de l'Europe. Un grand nombre de questions poli-

tiques, sociales et religieuses, qui s'y trouvent résolues depuis longtemps, divisent encore les Européens de l'Est (1). En deux mots, pour tous ceux qui ont vu les choses de près et ne se laissent pas aveugler par des préjugés, l'Amérique du Nord est la vraie terre d'élection, le paradis des pauvres, beaucoup plus que celui des riches, lequel est situé en Europe. Toutes les années, des Européens, principalement des Celtes et des Saxons, s'établissent dans l'Amérique du Nord et y font souche : comme ils y trouvent des conditions de développement meilleures, ils y deviennent des Européens perfectionnés, tandis que beaucoup d'entre eux n'étaient jusque-là que des Européens en voie de dégénérer.

(1) Je me sers à dessein de cette expression *Européens e l'Est*, qui désigne les Européens proprement dits, vivant dans la partie orientale de l'océan Atlantique, tandis que les Américains du Nord sont les *Européens de l'Ouest*. J'exprime ainsi que l'Amérique du Nord est le prolongement de l'Europe. Cette idée sera plus longuement développée dans le dernier chapitre.

Mais à quelles conditions naturellés ést dû un pareil état de choses?

Sans doute à la forte race Anglo-Saxonne, à ses mœurs et à ses institutions politiques: mais avant tout, au petit nombre des chaînes de montagnes du Nouveau-Monde et à leur position relative — deux circonstances qui ont permis, du premier coup, l'établissement de la civilisation industrielle dans l'Amérique du Nord, alors que les nombreux massifs enchevêtrés de l'Europe occidentale ont si bien secondé les triomphes de la civilisation militaire.

L'Amérique du Nord, qui représente six fois l'Europe occidentale en superficie, contient à peine la moitié du nombre de systèmes de montagnes constaté dans ce dernier pays. Le champ de colonisation vers lequel se portent les émigrants est donc — si l'on peut s'exprimer ainsi — douze fois moins montagneux que celui qu'ils abandonnent. En outre, les chaînes de l'Amérique du Nord, au lieu d'être

courtes et de s'entrecouper fréquemment, peuvent se ramener à trois grands traits qui dessinent à peu près trois lignes droites, et enferment dans un vaste triangle les plus riches plaines, des fleuves navigables supérieurs à tous ceux de l'Europe, enfin des lacs intérieurs qui sont des mers. Ces trois grands traits donnent : vers l'océan Pacifique, les Montagnes Rocheuses et la Sierra Nevada, courant à peu près du nord au sud ; les montagnes Laurentiennes, dirigées à peu près de l'est à l'ouest, au-delà du fleuve Saint-Laurent et des grands lacs ; enfin, les Alleghanies, qui déterminent, du nord-est au sud-ouest, la côte de l'océan Atlantique. Tous les autres soulèvements viennent se rattacher comme des appendices à ces trois grandes lignes, dont on retrouve d'ailleurs les analogues dans les trois directions générales de l'Amérique du Sud — les Andes, le plateau des Guyanes et le faisceau allongé qui trace la côte du Brésil.

En s'établissant dans l'Amérique du Nord,

les Européens ont donc rencontré des conditions de milieu relativement faciles. Quant aux races autochthones, elles ne pouvaient faire aucun obstacle à l'établissement des nouveau-venus — précisément parce que le sol habité par elles n'avait pas été propice au développement des grands empires militaires. La seule ébauche d'empire que cette forme sociale ait produite, a été rencontrée au Mexique; c'est-à-dire dans la seule partie de l'Amérique du Nord, où des massifs montagneux se trouvent ramassés en grand nombre sur un petit espace, mais resserrés entre deux mers dépourvues de communication prochaine. Si les montagnes du Mexique avaient confiné à des plaines fertiles, comme les Apennins ou les Alleghanies, et si la mer faisait le tour de l'isthme de Panama, comme elle contourne la péninsule italienne, il est possible que la monarchie des Incas fût devenue un grand empire conquérant à la façon de l'empire romain : dans cette hypothèse, il aurait eu moins de peine

que n'en eut Rome à établir sa prépondérance au Nord de l'Europe (1). Seulement, pour épuiser cette conjecture, il faut ajouter une remarque. Les Indiens d'Amérique ayant un cerveau très-petit — par rapport au volume de la tête — appartiennent à une race incontestablement inférieure aux Européens : aussi, à l'époque où ces derniers ont pu apporter en Amérique la poudre à canon, les navires de long cours, la boussole et de la cavalerie, les Mexicains, restés fatalement en arrière dans l'art d'appliquer les forces de la Nature, ne seraient arrivés, tout au plus, qu'à former un empire militaire analogue à ceux de l'extrême Orient.

(1) Il est superflu d'objecter que la colonisation de l'Amérique du Nord par les Anglo-Saxons n'aurait pas eu lieu. Les Anglo-Saxons n'auraient pu, effectivement, se civiliser dans leur île, si le climat de la Grande-Bretagne n'était adouci par le passage de l'une des branches du courant chaud du *gulf-stream*, le long de ses côtes. Or le *gulf-stream* suivrait une autre route, si la mer recouvrait l'isthme de Panama.

Par les exemples qui précèdent, nous croyons avoir suffisamment établi que l'étude des mouvements du sol est le vrai point de départ de l'étude de l'Histoire. Nous nous sommes attachés surtout à montrer l'influence des massifs montagneux sur la marche de la civilisation, parce qu'ils sont la partie fondamentale de l'édifice terrestre, celle qui détermine la position et la grandeur des fleuves, des vallées, des lacs, des rivages, des archipels, la distribution des terres arables, des végétaux, des animaux et des sociétés humaines. Mais il serait aussi facile d'exposer séparément le rôle de chacune des catégories d'accidents de notre globe. Tous ces accidents constituent le travail de la Nature ; toutes leurs conséquences dans l'Histoire sont du domaine du travail de l'Homme.

Le relief de la Terre n'est qu'une ébauche produite par les forces de l'ordre physique : sur cette ébauche les races humaines s'exercent à leur tour; et quand elles sont devenues plus fortes que l'ordre physique, elles construisent

ce relief suivant des plans mieux appropriés à leurs besoins. Cette construction exige, non plus seulement des forces, mais des puissances de l'ordre moral — puissances qui apparaissent en germe dans les sociétés animales, et s'élèvent à une expression plus haute dans la plupart des sociétés humaines connues jusqu'à ce jour.

CHAPITRE II

ÉBAUCHE DU RELIEF TERRESTRE PAR LES FORCES INORGANIQUES.

Pour nous rendre compte des forces qui ont produit les accidents de la surface du globe, nous devons nous transporter sur l'un des points où, aujourd'hui encore, elles sont à l'œuvre. L'Italie est un de ces points. La formation des deltas des fleuves permet d'y observer le phénomène du transport et de l'accumulation des sédiments — conglomérats,

sables, argiles, calcaires, marnes et grès — qui se retrouvent, plus ou moins altérés, à presque tous les étages du relief terrestre. Les phénomènes volcaniques y sont en pleine activité. Les lacs y portent l'empreinte du travail des grands glaciers disparus. Les massifs cristallins et les roches métamorphiques s'y trouvent enfin abondamment représentés, montrant sur une vaste échelle l'action combinée de l'eau et du feu, pour produire des matériaux dont l'Art a su tirer ses plus grandes merveilles.

Transportons-nous donc en Italie, et abordons cette terre entre Venise et Bologne, par le delta du Pô. Voici la description que sir Charles Lyell a donnée de ce delta :

« La mer Adriatique présente l'assemblage des circonstances les plus favorables à la formation d'un delta — un golfe qui pénètre très-avant dans l'intérieur des terres — une mer sans marées et sans courants violents — et le

tribut de deux grands fleuves, le Pô et l'Adige, sans compter beaucoup d'autres petits cours d'eau qui, d'un côté, arrosent une grande portion des Alpes, et, de l'autre, quelques-unes des plus hautes arêtes des Apennins. A partir du point le plus septentrional du golfe de Trieste, où se jette l'Isonzo, jusqu'au sud de Ravenne, on observe une série continue de points sur lesquels ont eu lieu des accroissements récents de terre ferme, et qui, présentant un développement de plus de cent milles en longueur, ont, depuis les vingt derniers siècles, augmenté de deux à vingt milles en largeur. L'Isonzo, le Tagliamento, la Piave, la Brenta, l'Adige, le Pô et plusieurs autres rivières, contribuent à l'avancement de la ligne de côte, et à la diminution de la profondeur du golfe. D'un autre côté, le Pô et l'Adige peuvent être considérés maintenant comme entrant dans la mer par un delta commun, deux branches de l'Adige se trouvant réunies aux bras du Pô.

« On prétend que, par suite de la concentration des eaux débordées de ces courants depuis que le système d'endiguement est devenu général, la proportion de l'empiétement de la terre ferme sur l'Adriatique va sensiblement en augmentant, surtout au point où le Pô et l'Adige pénètrent dans cette mer. Adria, ville ancienne, qui avait donné son nom au golfe, et qui, au temps d'Auguste, était un port de mer, est maintenant à plus de huit lieues dans les terres. Ravenne aussi était jadis un port, et se trouve aujourd'hui à près de deux lieues du rivage. Cependant, même avant que l'usage des digues fût adopté, l'alluvion du Pô s'accumulait avec tant de rapidité dans l'Adriatique, que Spina, ville très-ancienne, bâtie originairement dans le district de Ravenne, à l'embouchure d'un grand bras du Pô, était, dès le commencement de notre ère, à quatre lieues et demie de la mer.

« La plus grande profondeur de l'Adriatique, entre la Dalmatie et les bouches du Pô,

est de vingt-deux brasses ; mais une partie considérable du golfe de Trieste et de l'Adriatique, en face de Venise, n'atteint pas celle de douze brasses. Plus loin, vers le sud, là où le golfe n'éprouve pas autant l'influence des grandes rivières qui y versent leurs eaux, il s'approfondit beaucoup. Donati, après en avoir dragué le fond, reconnut que les dépôts qui s'y trouvent consistent partiellement en limon, et partiellement en une sorte de roche formée de matière calcaire incrustant des coquilles. Il a également constaté que des espèces particulières de testacés étaient groupées en certains points, et qu'elles s'incorporaient lentement soit avec le limon, soit avec les précipités calcaires. Olivi, aussi, a trouvé quelques dépôts de sable, et d'autres de limon, qui s'étendaient à mi-chemin, en travers du golfe, et il établit que leur distribution sur le fond était évidemment déterminée par le courant dominant. Il est donc probable que le sédiment fin de toutes les rivières qui se jettent dans la

partie supérieure de l'Adriatique se trouve mélangé par l'influence du courant ; et l'on peut considérer toutes les parties centrales du golfe comme se remplissant peu à peu de dépôts horizontaux semblables à ceux des collines Subapennines, et contenant quelques-unes des mêmes espèces de coquilles. Le Pô n'amène actuellement à son delta que du sable fin et du limon, car il ne charrie aucun caillou au-delà du point où il se réunit à la Trebbia, à l'ouest de Plaisance. Près des bords septentrionaux du bassin, l'Isonzo et le Tagliamento forment, ainsi que plusieurs autres courants, d'immenses lits de sable et quelques conglomérats, ce qui se conçoit facilement, puisque de hautes montagnes de calcaire Alpin avoisinent la mer à la distance de quelques milles seulement.

« Les bains chauds de Montfalcone se trouvaient, au temps des Romains, dans une des îles de calcaire Alpin que, vers le nord, un bras de mer d'un mille de large environ sé-

parait du continent. Aujourd'hui, ce détroit est converti en une plaine couverte de pâturages, qui entoure les îles de toutes parts. Parmi les changements nombreux qu'a subis cette côte, nous citerons les déplacements de l'Isonzo ; il coule actuellement à plusieurs milles à l'ouest de son ancien canal, où l'on a trouvé récemment, près de Ronchi, l'ancien pont Romain qui traversait la voie Appienne, enfoui dans la vase fluviatile.

« Quoique la profondeur actuelle du golfe de Venise soit extrêmement limitée, tout porte à croire qu'originairement, elle était fort considérable; car si toutes les basses terres d'alluvion étaient enlevées des bords de ce golfe et remplacées par la mer, les hautes terres se termineraient de la manière brusque qui, dans la Méditerranée, indique généralement une grande profondeur de l'eau près du rivage, excepté toutefois dans les points où le sédiment transporté par les rivières et par les courants a élevé le fond de cette mer. Il est re-

connu maintenant que plusieurs parties de la Méditerranée, voisines du rivage, ont plus de deux mille pieds de profondeur, ainsi que cela a été constaté entre Nice et Gênes, et que même, parfois, elles atteignent jusqu'à six mille pieds, comme près de Gibraltar. Lors donc que l'on trouve près de Parme, et dans d'autres districts intérieurs de l'Italie, des lits de marne tertiaire horizontaux de deux mille pieds d'épaisseur, ou quand on rencontre, aux environs de Nice, des couches inclinées de conglomérat appartenant à la même période, de plus de mille pieds de puissance, et s'étendant sur un espace de sept à huit milles de longueur, il n'est rien là que, par analogie, les deltas de l'Adriatique ne nous aient fait pressentir. »

En lisant les lignes qui précèdent, nous assistons en esprit à la série des opérations qui produisent ou ont produit toutes les roches sédimentaires. Ces opérations peuvent se résumer ainsi :

Les mouvements de la matière interne du

globe ont produit des montagnes et des vallées, c'est-à-dire un état de choses favorable à l'encaissement des mers et à l'écoulement des eaux continentales vers ces mers ;

La chaleur solaire a pompé une partie de l'eau des mers, qui s'est élevée dans l'atmosphère sous forme de vapeurs ;

La chaleur solaire, en dilatant inégalement les couches d'air, a produit les vents, qui ont concentré les vapeurs sous forme de nuages et transporté une partie des nuages vers les montagnes ;

Le refroidissement de ces vapeurs dans les régions élevées a précipité l'eau, sous forme de pluie ou de neige ;

Cette eau, joignant son action à celle de l'air, a désagrégé mécaniquement certaines roches ; en outre, elle a aidé à leur destruction dans beaucoup de cas, par une décomposition véritable des minéraux qui les constituaient, ainsi que cela a lieu dans la transformation du feldspath en kaolin ;

Les matériaux, ainsi décomposés et désagrégés, ont été transportés par les eaux courantes dans les mers, sous l'influence de la pesanteur ;

La même influence, jointe à celle des courants d'eau terrestres et marins, a déposé ces matériaux à différentes distances de leur point de départ, selon leur volume et leur poids, d'où sont résultés les conglomérats et poudingues, les sables, les calcaires, les argiles. Enfin, ces dépôts de terrains sédimentaires sont restés enfouis sous les eaux jusqu'à ce que le soulèvement du sol, ou l'importance de ces accumulations, aient repoussé au large les rivages anciens.

Ce mécanisme montre assez que certains fleuves peuvent n'avoir pas un delta qui empiète séculairement sur la mer, comme les deltas du Pô, du Nil, du Gange et du Mississipi. Le plus grand fleuve du monde, l'Amazone, est envahi par l'Océan. Au lieu d'être située dans un golfe et sur les bords d'une mer peu pro-

fonde, son embouchure est en pleine côte et incessamment rongée par des courants de fond et des vagues d'une grande puissance. M. Agassiz établit qu'autrefois l'Amazone coulait, avant d'atteindre l'océan Atlantique, à travers des plaines basses que la mer a successivement dévorées sur une étendue de 300 kilomètres. Le volume des matériaux transportés par ce fleuve, jusqu'à 60 kilomètres en plein Océan, représente peut-être vingt fois le volume des détritus charriés par le Rhône ou le Pô : mais ces matériaux, au lieu de tomber dans une mer sans marées ni courants sous-marins appréciables, comme la Méditerranée, sont entraînés au loin et dispersés dans les abîmes de l'Atlantique dont ils travaillent lentement à façonner et exhausser les vallées.

La série de circonstances que nous venons de rappeler nous permet de dénombrer les forces inorganiques, dont le concours est nécessaire pour produire cette partie du travail de

la Nature, à laquelle on a donné le nom de sédimentation. Ces forces sont :

Le *calorique* sous deux états : 1° la chaleur propre du globe ; 2° la chaleur solaire, s'exerçant à la surface des eaux et dans les couches d'air ;

La *pesanteur*, qui produit la chute des eaux, le transport et le triage des sédiments ;

L'*affinité chimique*, à laquelle sont dues la décomposition de certaines espèces minérales, et la formation de certaines autres.

La *cohésion*, dont le rôle est à la fois de résister aux causes destructives et de favoriser la reconstruction des roches nouvelles avec les débris des roches anciennes. A cette dernière force vient se rattacher la force cristallogénique qui transforme la vapeur d'eau en neige et certaines molécules minérales en cristaux.

Pour retrouver ces forces à l'œuvre, associées à d'autres forces encore, il nous faut maintenant quitter le delta du Pô et nous acheminer vers les Alpes principales, à travers

la plaine lombarde. Nous voici transportés au sommet du Mont-Blanc, haut de près de 5,000 mètres, et qui domine tous les massifs montagneux de l'Europe. C'est un amas de granit gigantesque en dos d'âne, étalé du nord-est au sud-ouest et contre lequel viennent s'appuyer, du côté de l'Italie, des masses considérables de calcaires métamorphiques. Ces marbres, déposés à l'état amorphe au sein de la mer qui élaborait les puissantes assises du Jura, bien avant l'époque du surgissement du colosse, ont été transformées ensuite dans leur constitution moléculaire, par la double influence de la chaleur et du poids qui ont accompagné cette lente et formidable apparition. L'eau et les vapeurs ont été ici les véhicules de cette même chaleur interne dont nous avons déjà signalé l'action sur le relief terrestre : elles ont contribué à former de véritables étuves naturelles, reproduites artificiellement par M. Daubrée, dans des expériences de laboratoire célèbres à juste titre.

D'ailleurs, ceci n'est point exceptionnel pour le Mont-Blanc : toujours les dislocations survenues au milieu des terrains stratifiés, quel que soit l'âge de ces terrains, sont accompagnées d'actions métamorphiques plus ou moins accusées. Les marbres de Carrare, ceux de Paros et du Pentélique ont été d'abord des calcaires amorphes, transformés plus tard par la venue au jour de masses éruptives.

La considération de ces masses nous rapprocherait, si nous n'y prenions garde, des origines des temps géologiques. Mais comme nous en sommes réduits, sur ces origines, à des conjectures dont la moins contradictoire est la théorie de Laplace, nous nous abstiendrons de nous y arrêter.

Parlons seulement des roches éruptives intercalées dans les terrains de sédiment. Elles peuvent être ramenées à sept types : le basalte, le trachyte, les mélaphyres, les trapps, les serpentines, ophites ou euphotides, les porphyres quartzifères et les granites. Ces

derniers sont les plus anciens : leur origine hydro-thermale est établie ; ils représentent partout la croûte primitive du globe, bien que leur arrivée du sein des couches profondes se soit prolongée jusqu'à l'époque du dépôt de la craie, qui ferme la période secondaire. Les porphyres ne descendent point aussi bas et ne remontent point aussi haut que les granites, dans l'échelle des temps géologiques : leurs mouvements les plus importants ont pris place pendant la période paléozoïque et surtout pendant le dépôt du terrain houiller. Les roches serpentineuses, qui forment presque tout le golfe de Gènes et se montrent sur une si grande étendue dans les Alpes et les Apennins, ont commencé de paraître peu après les porphyres et se sont prolongées beaucoup plus loin jusqu'à l'étage supérieur des terrains tertiaires, lesquels contiennent des restes de végétaux et d'animaux semblables à ceux de la période actuelle. Les trapps sont presque aussi développés que les serpentines dans la série chro-

nologique : on sait qu'ils accompagnent les fameux dépôts de cuivre natif du lac Supérieur. Les mélaphyres ont fini peu de temps avant l'époque actuelle, *dite* période quaternaire. Les éruptions trachytiques durent encore, comme celles du basalte : l'une et l'autre ont commencé vers la fin du dépôt de la craie; elles embrassent donc toute la période tertiaire et ce qui est déjà construit dans la période quaternaire. Les basaltes présentent des assises en formes de colonnes; ils composent en entier la grotte de Fingal en Écosse, la chaussée des Géants en Irlande, et jalonnent les faisceaux de lignes qui relient entre eux les évents volcaniques.

Telles sont les roches éruptives, souvent décrites sous le nom de roches *ignées* — mot impropre qui laisse croire qu'elles ont été formées seulement par le feu, tandis que l'eau et la chaleur ont concouru à leur construction. A cette masse venue de bas en haut, les roches de sédiment, venues au contraire de haut en

bas, ont emprunté tous leurs éléments constitutifs — aussi bien ceux que les eaux des pluies ont charriés des montagnes vers la mer, que ceux dont les sources thermales et minérales ont opéré le transport, dans ces innombrables canaux souterrains ouverts par les fendillements successifs de la croûte terrestre.

La chimie des premiers âges du globe n'est point encore assez avancée — malgré des travaux de grande valeur comme ceux d'Elbelmen, de Mitscherlich, des deux Sainte-Claire Deville, de M. Sterry Hunt, de Constant Prévost et d'autres encore — pour qu'il nous soit permis de nous étendre sur les modifications que les roches ont subies dans les premiers âges, par suite des changements survenus dans les mers et l'atmosphère. Tout ce que nous pouvons affirmer, c'est que les forces qui ont fabriqué les grès, les calcaires, les marbres, les argiles, les terres, tous les matériaux inorganiques de la civilisation, en un mot, furent les mêmes à tous les âges. L'intensité avec

laquelle ces forces ont travaillé a diminué peut-être, comme il semble au voyageur lorsqu'il compare les vieilles assises laurentiennes, siluriennes, dévoniennes et carbonifères de l'Amérique du Nord, aux terrains plus jeunes de l'Italie. Entre les beaux calcaires de l'Illinois, qui servent à construire les maisons de Chicago, et le travertin qui a permis de bâtir Rome, l'analyse chimique trouve bien des différences, mais ces deux qualités de matériaux sont dues au même système de forces déjà dénombrées — chaleur interne, chaleur solaire, cohésion, affinité chimique et pesanteur.

Du haut du Mont-Blanc, l'observateur peut voir, en esprit, d'autres forces à l'œuvre. Les rochers de granite à travers lesquels descendent les neiges qui alimentent ces mêmes glaciers d'où sortent les fleuves, ne sont pas seulement ruinés par l'action lente de l'air et de l'eau. Ils sont aussi démantelés par l'action soudaine de la foudre. Aux cinq forces précédentes il faut donc ajouter l'électricité. Des

observations récentes prouvent qu'une septième force, le magnétisme, se manifeste particulièrement dans les montagnes : en outre de l'action de certains minerais de fer sur l'aimant, il a été constaté que le voisinage des roches dévie plus ou moins l'aiguille de la boussole, suivant la composition de ces roches : ce qui permet d'augurer une nouvelle et féconde méthode d'investigation en géologie, car les roches cristallines occasionnent des perturbations magnétiques beaucoup plus fortes que les roches sédimentaires. Chacun a entendu parler des roches lumineuses des Alpes. En Écosse, pendant une aurore boréale, on a vu des rayons partir d'une syénite qui affleure dans le petit bras de mer du Loch Scavig. Nous sommes ainsi conduits à envisager une huitième force, la lumière.

L'action constructive de cette force est manifeste surtout dans la végétation : elle permet aux feuilles des plantes de décomposer l'acide carbonique de l'air et d'en retenir le carbone.

Ces immenses pâturages qui recouvrent dans toutes les directions, autour du massif alpestre, des vallées jadis labourées par les grands glaciers éteints ; les belles forêts de la Suisse, les moissons de la plaine du Rhin et les vignobles des coteaux qui entourent le lac de Genève; les animaux qui vivent sur ces pâturages et les sociétés humaines qui se déroulent sur ce théâtre de civilisation ; tout cela s'appuie sur un ensemble de travaux accomplis antérieurement par ces huit manifestations inorganiques des forces du cosmos. Or, les progrès récents de la physique permettent de les ramener toutes à six forces véritables, qui ne sont que des manières d'être différentes du mouvement matériel — la gravitation, la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme et l'affinité chimique.

Il nous faut dire maintenant de quelle manière ces forces ont conduit, par le développement des végétaux et de l'animalité, à l'établissement du monde moral.

CHAPITRE III

TRAVAIL DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX ACTUELS.

La végétation alimente le règne animal; mais elle est alimentée elle-même par le règne minéral. Les minéraux constitutifs des différentes variétés de sols plus ou moins favorables à l'agriculture proviennent à leur tour des roches sous-jacentes, d'après le mécanisme que nous venons d'esquisser.

Le quartz, le feldspath, le mica, le calcaire

et le fer oxydé sont, de beaucoup, les plus abondantes parmi ces roches.

Le quartz, qui donne entre autres le cristal de roche, les grès et les sables, constitue, sous le nom plus général de silice, la charpente principale de la croûte terrestre et celle d'un certain nombre de végétaux. Il doit cette propriété à ce qu'il est, pour ainsi dire, indestructible, tandis que la plupart des autres matières minérales se décomposent plus ou moins lentement. Mais à cause de cela, ces dernières servent à former des terrains plus propices à la végétation que les terrains siliceux.

Le feldspath, justement appelé le *trésor des champs* (1), est au contraire, à la surface du globe, le grand ressort de la vie. Formant la base des roches les plus importantes, comme le granite, il s'est répandu avec d'autant plus de profusion, que les agents atmosphériques

(1) Dans le *Cours de Géologie agricole, théorique et pratique*, de M. Nérée-Boubée.

le décomposent et le transportent sans relâche. C'est le feldspath qui a recouvert de terres arables tant de vallées et de plaines, stériles à l'origine et devenues aujourd'hui de grands foyers de civilisation.

Le mica, moins riche, mais plus durable que le feldspath, paraît devoir être une précieuse réserve pour l'avenir, en continuant de fournir presque indéfiniment aux plantes les substances alcalines qui leur sont indispensables.

Tout à l'opposé, le calcaire est l'élément de richesse du présent, celui qui se consomme avec le plus de facilité. Tous les calcaires sont des carbonates de chaux, c'est-à-dire des composés de chaux et d'acide carbonique. A l'exception du quartz, les roches constitutives de l'écorce terrestre contiennent à peu près toutes de la chaux, quoique en proportion extrêmement minime (1); — tel est surtout le feldspath.

(1) On lit, dans quelques auteurs, que les roches fondamentales, dites aussi *primitives*, se distinguent des roches

D'autre part, l'acide carbonique est répandu partout dans la nature : au sein de cette même écorce, dans les eaux et dans l'atmosphère. La formation des calcaires s'explique donc toute seule par l'affinité de la chaux pour l'acide carbonique : affinité qui s'est exercée entre des masses plus ou moins grandes, suivant les époques géologiques et les circonstances locales. Les matériaux calcaires ainsi entraînés dans les mers et les lacs ont été, sur certains points, élaborés par les estomacs d'animaux tels que les mollusques, les coraux et ces infusoires aux carapaces microscopiques : animaux dont les innombrables générations enfouies, ont été amenées au jour par la mise à sec ou le soulèvement des lits chargés de

de sédiment en ce qu'elles ne contiennent point de chaux. C'est une erreur. Dans le seul genre feldspath on peut citer la *carnatite* (un composé de silicate d'alumine et de silicate de chaux), et la *labradorite* (où la chaux prend aussi la place de la soude). Or, la carnatite entre elle-même dans la composition de certains granites et gneiss, notamment à la côte de Coromandel.

leurs dépouilles. Ajoutons que les eaux minérales et thermales ont construit, et édifient encore de nos jours, d'importants dépôts, notamment la série des amas terrestres connus sous le nom de tufs calcaires. Le travertin de la campagne de Rome et de quelques parties de la Toscane est le représentant le plus populaire de cette formation, qui rappelle, dans des proportions réduites, le mode d'arrivée d'un certain nombre de matériaux calcaires d'origine sous-marine.

Nous avons compté l'oxyde de fer parmi les substances dont le concours prépare l'éclosion de la vie végétale. Le plus grand nombre des roches lui doivent leur coloration. Le protoxyde fournit le vert ou le bleu; le deutoxyde, le noir; le peroxyde, le rouge; l'oxyde de fer hydraté, le jaune. Or, toutes choses égales d'ailleurs, la chaleur solaire est plus ou moins absorbée par les terrains, suivant les teintes qu'ils revêtent. On sait que les oxydes métalliques sont employés en horticulture pour ob-

tenir des variétés de fleurs nombreuses, et que l'addition du fer en minime quantité, dans les terres qui en sont tout à fait dépourvues, produit d'excellents résultats ; alors qu'une trop grande proportion de cette substance empêche le développement de la vie.

Tous ces éléments, et d'autres encore, tels que le phosphate de chaux et les matières azotées, furent le premier support de la vie des végétaux rudimentaires. La décomposition de ces végétaux a produit ensuite la première pellicule de terreau ou d'*humus*, et préparé un sol plus favorable, qui est devenu à son tour le support de la vie des animaux rudimentaires. Enfin la décomposition de ces animaux est venue ajouter au sol végétal un nouvel élément de fécondité, enrichir l'humus et préparer le champ où travaillent les végétaux et les animaux actuels.

Les substances inorganiques et organiques sont assimilées par les plantes sous deux états : l'état gazeux et l'état solide. Les gaz, emprun-

tés toujours à l'atmosphère et quelquefois à des sources d'éruption qui les amènent de l'intérieur de la croûte terrestre, sont absorbés par l'appareil aérien, par la tige : ils consistent surtout dans l'oxygène, l'acide carbonique et l'azote. Les matières solides, dont l'absorption s'effectue au contraire par les racines, sont des bases, comme la chaux, la potasse, la soude, l'alumine, ou des corps simples comme la silice, le phosphore, le soufre, le chlore et surtout le carbone, qui s'introduit en outre, au moyen de la tige, grâce à la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles. L'eau, qui joue un si grand rôle dans l'acte de décomposition des roches fondamentales et du transport des matériaux fertilisants, est ici de nouveau le véhicule indispensable : c'est elle qui assure la nutrition de la plante. Chargée des substances nécessaires, l'eau est absorbée par les parties de l'appareil souterrain qui sont immédiatement à son contact, par les spongioles des racines : de là, s'élevant dans la tige

à travers des canaux assez étroits pour que la capillarité triomphe de la pesanteur, elle se ramifie dans la feuille, qui est un véritable appareil à décomposer l'acide carbonique.

C'est alors que, sous l'influence de la lumière, intervient l'acte qui engendre la séve — opération plus complexe que les phénomènes produits par l'affinité chimique entre substances minérales. Les parties vertes exposées aux rayons du soleil dédoublent l'acide carbonique de l'air en ses éléments constitutifs, absorbent le carbone et rejettent l'oxygène : contrairement, en l'absence de cette lumière, elles absorbent l'oxygène de l'air et rejettent de l'acide carbonique fabriqué par la plante elle-même, aux dépens de son propre carbone. Les rayons colorés du spectre solaire n'agissent pas tous avec la même énergie : sous l'influence de la lumière verte, par exemple, au lieu que l'acide carbonique soit décomposé, l'on voit se produire une quantité nouvelle de ce gaz. D'autre part, l'action décomposante ne se produit que

si tous les éléments anatomiques de la feuille sont intacts. Cette opération de chimie végétale est donc la conséquence d'une *propriété* qui caractérise certaine partie de la matière organisée des végétaux, dès qu'elle se trouve ébranlée par certains mouvements de l'ordre lumineux.

Nous nous rapprochons ainsi, peu à peu, des actes physico-chimiques plus complexes encore que déterminent les *propriétés* de la matière organisée des animaux. La transition entre ces deux catégories de phénomènes est aussi insensible que celle qui nous a conduits des opérations purement minérales aux actes de la vie des végétaux. En regardant vivre un végétal, sous l'influence de quelques forces inorganiques, l'on voit déjà intervenir les matières et naître les impulsions organiques, dont le nombre et la complexité s'accroissent encore avec l'apparition de la vie animale.

Dans cet ordre d'idées, où l'esprit se trouve à la fois soutenu et contenu, citons le pas-

sage suivant d'un livre dont la lecture nous a été plus d'une fois profitable (1).

« Dans les pays tempérés, quand vient la belle saison, chaque graine, sous l'influence d'une chaleur humide, ramollit son enveloppe et la fend; mouille son amande et la tette; prend du volume; allonge sa tigelle; étend sa radicule; enfonce l'une dans le sol; darde l'autre dans l'atmosphère; déplie ses folioles au soleil; épanouit son chevelu dans l'obscurité; se sèvre alors; pompe sous terre des matériaux qu'elle épure au-dessus; grandit; grossit; devient adulte; se marie dans ses fleurs; pond; vieillit; dessèche et meurt, après avoir mis à sa place une très-nombreuse postérité.

« Tel est le sort des herbes et des plantes annuelles.

« Les arbres, proprement dits, véritables coraux de l'air, grandes républiques végétales,

(1) *Quatre années en Océanie*, par M. E. Foley. Hetzel. Voir aussi *La Plante*, par M. Grimard (d°).

les imitent, ou, mieux, doublent toutes ces précautions. Car ils assurent à la fois l'existence de leur espèce et la leur propre.

« Pendant l'hiver, leurs bourgeons de toutes sortes (radicules, rameaux et fruits futurs) sommeillent; ces deux derniers sur les branches dépouillées; les premiers sur les racines dégarnies. Un bon duvet cotonneux met à l'abri du froid les organes presque invisibles de ces petits fœtus; et des écailles résineuses, superposées en s'entrecroisant, défendent contre l'humidité pourrissante tous ces bambins végétaux si parfaitement emmaillottés.

« Aussitôt que revient la chaleur, ces trois espèces de jumeaux se réveillent, écartent leurs rideaux squammeux, éparpillent les fils de leurs langes et développent leurs petits membres.

« En l'air, sur les branches, les bourgeons à feuilles allongent donc tout à la fois leurs parties vertes (organes respiratoires de l'arbre) et le ramuscule qui les porte.

« Sous terre, sur les racines, les bulbes à chevelu allongent, tout à la fois aussi, leurs radicelles brunes et leurs mille tubes capillaires, véritables pompes aspirantes, vraies trompes nourricières de l'arbre.

« Enfin, en l'air et sur les branches encore, les bourgeons du troisième genre développent, aussi tout à la fois, la queue future du fruit et les organes mâles et femelles (pétales, étamines, ovaires) destinés à puiser, dans la république mère, les germes d'une infinité de sociétés végétales qui lui ressembleront en tous points (1).

« Une fois la vie ranimée partout, grâce à la chaleur croissante, tout grandit, tout fonctionne, tout prospère de mieux en mieux, dans ce grand corail atmosphérique, et bientôt une pléthore générale détermine l'acte important

(1) Cette ressemblance dont il est parlé ici ne peut être prise dans un sens absolu ; car c'est précisément par la dissemblance des créations successives que s'effectue insensiblement l'amélioration des espèces. (F. F.)

de la fécondation. Alors la nutrition du bois et celle de l'écorce diminuent en faveur des fruits. Un moment leurs parties vertes viennent en aide aux feuilles. Puis ils se colorent, mûrissent, forment leur graine et tombent.

« Une fois seule et la perpétuité de sa race assurée, que va faire, de son excès de richesse maternelle, notre métropole végétale ? L'utiliser en sa faveur, en profitant des derniers beaux jours : autrement dit, repeupler ses branches et ses racines de petits enfants, qui la réveilleront de son lourd sommeil hibernal, en la tétant.

« Donc pendant qu'il fait tiède encore, elle encotonne chaque bourgeon bien soigneusement ; bien soigneusement goudronne les écailles de son berceau ; bien soigneusement le pose à l'aisselle d'une feuille ou d'une radicule ; et bien soigneusement enfin met à ses pieds tout ce qu'il lui faudra de provisions pour s'épanouir, aussitôt le printemps venu.

« Que de sollicitude ! mais elle n'y perdra

pas à être si bonne mère. Car ses enfants sessiles aériens lui rendront séve pour séve, et amour pour amour. Non pas immédiatement, non pas tant qu'ils seront jeunes ou rameaux, mais quand ils seront branches ; quand, au lieu de vivre aux dépens du commun trésor, ils déverseront leur excès de séve sur le tronc qui les supporte.

« Personne n'est sans avoir vu une mère souche, parfaitement creuse, parfaitement incapable de puiser quoi que ce soit en terre, se maintenir debout dix, vingt, trente ans et plus, grâce aux sucs que lui renvoient les branches vertes qui la couronnent.

« Ajoutez à ces détails de mœurs végétales que, chaque nuit, les plantes de nos pays referment sur leurs enfants encore à la mamelle, sur leurs bourgeons à fruit, les toiles fines, tendres, brillantes et parfumées, dont elles entourent amoureusement leurs membres trop fragiles encore ; et tout aussitôt vous devinerez que *les arbres des zones tempérées ont le double*

génie de faire tantôt du chaud, tantôt du froid, pour garantir leurs enfants et eux-mêmes des intempéries si contradictoires de nos climats.

« Eh bien ! parce qu'il en est ainsi, n'est-il pas évident que toutes les plantes sous-tropicales qui sauront, elles aussi, entourer leurs bourgeons d'écailles résineuses, seront à la rigueur transportables dans nos climats ; c'est-à-dire aptes à se réveiller au printemps, ou, ce qui revient au même, capables de passer leur hiver à la façon des marmottes, immobiles, mais non gelées, mais non mortes ?

« Et de même, n'est-il pas évident aussi que celles de nos climats qui posséderont au plus haut point ces aptitudes maternelles, qui, à l'instar des sapins, fabriqueront des écailles très-épaisses, ne pourront habiter la zone torride, mais au contraire s'achemineront volontiers vers les pôles, juste à l'inverse de celles qui manquent de prévoyance contre le froid ? »

Ainsi le travail des végétaux est un travail d'êtres animés, tenant aux roches par la racine et s'en détachant par la tige. Si la plante vit d'une vie beaucoup plus active que celle du monde minéral, elle le doit surtout à l'intervention de l'eau et à l'action spéciale que la chaleur et la lumière exercent dans les tissus qui la composent. Cette action est tellement prépondérante, qu'elle annule souvent l'influence du sol : telle espèce végétale recherche, dans le midi, un terrain humide et siliceux, et exige un terrain calcaire et sec dans le nord ; mais toutes les espèces ont besoin de chaleur, de lumière et d'eau, pour s'assimiler les matières minérales. Or le relief du sol règle d'un manière souveraine ces conditions dans chaque localité : les changements de ce relief aux diverses époques géologiques ont déterminé, comme on le sait, des variations de climat correspondantes ; si les grands continents occupaient à la surface du globe des positions différentes de celles qu'ils occu-

ent, certaines régions aujourd'hui habitées eraient inhabitables, et *vice versa*. Toutes les orces inorganiques déjà signalées dans le travail d'ébauche du relief terrestre se retrouvent lonc ici : nous en constatons la double influence, à la fois immédiate et lointaine, assoiée à l'influence nouvelle de corps organiques t de forces de même degré; d'où cette comlexité de phénomènes, plus grande dans la ie végétale que dans la vie minérale.

Parmi les corps organiques, le carbone est e plus important, à cause de l'innombrable érie de composés à laquelle il donne lieu. Quant aux forces organiques, on les a moins étudiées jusqu'ici, et il nous est impossible de es dénombrer, comme nous avons dénombré es forces inorganiques. Le temps qui a déchiré bien des voiles, peut seul amener la physiologie végétal résoudre, dans son domaine, les ques n que la physique du globe a déjà résolues ou qu'elle est en voie de résoudre dans le sien.

Le travail que doivent accomplir les animaux, pour vivre et se développer, est la conséquence du jeu des mêmes forces, mais à un degré supérieur encore, à cause des actions nouvelles que ces forces font apparaître lorsqu'elles s'exercent sur la matière organisée animale. De même qu'avec le tissu végétal nous avons vu apparaître un acte chimique nouveau, de même le tissu animal est doué de *propriétés* nouvelles, qui permettent aux forces inorganiques de produire des effets tout à fait inconnus dans les deux règnes précédents. Sous l'influence du courant électrique, un nerf se comporte tout autrement qu'un morceau de cuivre. La lumière détermine des actions très-différentes, selon qu'elle vient frapper une feuille d'arbre ou la rétine de l'œil. La chaleur que le sang apporte à cette autre substance appelée cérébrale, dont la *propriété* est de penser, est bien une force du même ordre que celle qui fait remuer l'écorce terrestre ou germer les semences;

mais, dans les trois cas, elle s'exerce à des degrés différents. De même pour l'affinité chimique et les autres forces : elles s'exercent chaque fois sur des substances qui sont douées, en présence de ces mêmes forces, de propriétés chaque fois nouvelles.

« Rien n'arrive dans l'ordre physiologique, dit M. Claude Bernard (1), sans une condition antécédente, absolument déterminée, liée elle-même à une condition antérieure. De condition en condition, il faut toujours arriver à une excitation externe, c'est-à-dire à un phénomène physico-chimique, sans lequel aucun phénomène vital ne peut se produire. Il y a donc un *circulus* vital, mais qui n'a pas en lui son commencement absolu, et qui, même lorsqu'il nous apparaît comme entièrement indépendant, ne l'est pas en réalité, ne se soutient que grâce à des conditions physico-chimiques, externes ou internes, sans les-

(1) *Introduction à la médecine expérimentale.* 1865.

quelles la machine s'arrête, se désorganise et meurt. »

Quelle que soit la forme de l'animal, sa désorganisation rend au monde minéral le petit nombre de corps — acide carbonique, ammoniaque, sels et eau — qui en avaient été soustraits pour produire, par un travail de synthèse inimitable avec nos moyens actuels, la merveille que nous appelons un mécanisme vivant (1). Pour fonctionner, le mécanisme avait dû absorber ces divers corps par l'intermédiaire du monde végétal, s'en assimiler journellement une partie et rejeter l'autre — assimilation qui lui avait permis de reproduire, de son vivant, d'autres êtres : nouveaux appareils d'élaboration des corps inorganiques

(1) La chimie permet déjà de reproduire par voie minérale, *et avec l'aide du temps*, un certain nombre de substances organiques.

M. Berthelot, dans sa belle introduction à la *Chimie organique fondée sur la synthèse*, a clairement indiqué les distinctions à établir entre les trois ordres de matières : inorganiques, organiques et organisées.

et organiques, sous l'influence des forces de ces deux ordres. Quelque rudimentaire enfin qu'ait pu être le cerveau qui faisait partie de ce mécanisme, il a servi à produire des faits d'un troisième ordre, qui ont manifesté une catégorie de forces véritablement nouvelles — des forces morales. Enfin, chez les animaux associés pour le travail — le castor, la fourmi, l'abeille — et chez le plus grand nombre des races humaines, ces forces, suffisamment affranchies pour agir de concert avec les forces inorganiques et les forces organiques, ont produit à leur tour, à travers les âges, des résultats nouveaux, et nous les avons appelées des puissances morales.

Le travail des végétaux et des animaux actuels ne se borne pas à conserver, reproduire ou transformer les individus de ces deux règnes. Les végétaux et les animaux travaillent encore, soit pour aider les hommes, soit pour leur nuire momentanément.

Les plantes alimentaires, textiles et médicinales, les bois de construction et de teinture, sont quelques-uns des résultats utiles de la végétation. Comme résultats, quelquefois encore nuisibles : les plantes vénéneuses ; les forêts vierges impraticables devenues le repaire d'animaux malfaisants ; cette luxuriante végétation des fleuves de l'Afrique tropicale, qui oppose de si grands obstacles aux voyageurs et favorise tant le développement des épidémies.

Les forêts exercent une action directe sur la climatologie ; par conséquent l'Homme, en les conservant ou les détruisant, agit d'une manière énergique sur la distribution de la chaleur, de la lumière, des vents et de l'humidité. A ce point de vue, l'Homme est un véritable agent de géographie physique (1).

(1) *Man and nature, or Physical geography as modified by human action*, par M. Marsh. — Londres, chez Sampson, Low et C°. Voir aussi l'excellente traduction que MM. Élie Margollé et Frédéric Zurcher ont donnée de la *Géographie physique* de Maury. — Hetzel.

Ajoutons que l'action des végétaux utiles varie considérablement selon le mode que l'Homme choisit pour se les assimiler. Voici, par exemple, du maïs récolté en Italie et du maïs récolté dans l'un des États américains d'Indiana, d'Illinois ou de Wisconsin. En Italie, le maïs forme la base la plus importante de l'alimentation du peuple : la classique *pollenta* est faite de farine de maïs. Les paysans italiens se nourrissent principalement de pollenta. Au contraire, les Allemands et les Anglo-Saxons qui récoltent le maïs en Amérique, le mangent seulement comme accessoire : ils n'en font pas du tout la base essentielle de leur alimentation, et l'emploient à engraisser d'immenses troupeaux d'animaux domestiques, dont les viandes sont salées et exportées ensuite dans toutes les directions. Ils ont trouvé plus profitable de faire élaborer la matière végétale par des estomacs d'animaux, et la matière animale par les estomacs humains. L'assimilation se fait

mieux. Les muscles fabriquent des muscles. Or à l'étape de la civilisation où nous sommes parvenus, comme il faut des muscles pour explorer, défricher et embellir le globe, l'empire est aux races qui, déjà constituées en corps de nations, vivent principalement sur le règne animal et d'une manière accessoire sur les végétaux.

Le travail des animaux est plus étendu que le précédent, puisqu'il en est la conséquence. Ceux des animaux connus qui vivent directement sur le règne végétal ont été en grande partie domestiqués par l'homme, sinon en Europe, du moins en Asie : ils sont en général plus sociables que les carnassiers et plus aptes à donner des accouplements féconds, malgré l'état de réclusion et le changement de milieux. A cause de cela, il a été possible de les réunir en troupeaux : tels les animaux de boucherie, les bêtes de somme et les bêtes à laine parmi les herbivores; tels les oiseaux de basse-cour, parmi les frugivores et les granivores.

Quant aux carnassiers, quelques-uns, comme le chien et le chat, ont été domestiqués, mais à l'état d'isolement, non de troupeaux, et ils ne servent à l'alimentation que dans les pays comme la Chine, où les circonstances ont produit un grand nombre de centres extrêmement populeux. Dans certaines contrées, le chien sauvage s'associe spontanément à l'homme pour la chasse : en Australie, par exemple, des tribus de chiens et des tribus d'hommes, de femmes et d'enfants, contractent tacitement une espèce de société en participation éphémère, qui se rue de temps à autre sur les kanguroos et se dissout dès que son but a été atteint, c'est-à-dire aussitôt après la curée. Il existe enfin d'immenses étendues de la terre habitable qui sont encore au pouvoir des carnassiers féroces, les unes sans contestation, les autres avec partage, consenti d'un commun accord. Dans ce cas, les hommes se retirent, la nuit, sur les arbres ou dans des grottes bien fermées, laissant aux bêtes la disposition d'un territoire

sur lequel ils n'ont la force de faire respecter leur droit de propriété que pendant le jour.

D'après Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, le nombre des espèces animales domestiquées par l'Homme s'élève à quarante-sept — savoir : vingt-et-une dans la classe des mammifères, dix-sept dans celle des oiseaux, deux dans celle des poissons et sept dans celle des insectes. Les herbivores et les granivores-gallinacés figurent pour la plus grande part dans cette liste, dont l'exiguïté montre assez que notre aptitude à utiliser le travail des animaux actuels, est encore bien bornée.

CHAPITRE IV

TRAVAIL DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX ANCIENS.

Les végétaux et les animaux de la période actuelle n'existeraient pas, si des végétaux et des animaux antérieurs n'avaient travaillé pour eux à la surface de la terre, pendant les périodes géologiques. Tous les actes de cet ancien travail ont de l'importance, et leur ensemble ne constitue rien de moins que l'histoire des végétaux et des animaux actuels. Car ceux-ci

ne doivent pas seulement la vie aux conditions inorganiques et organiques de la période contemporaine : chaque individu est encore le résultat des efforts par lesquels ses ascendants ont réussi à vivre et à se propager, au milieu des conditions qui étaient particulières aux périodes précédentes.

Ces efforts, résumés par M. Darwin dans deux formules célèbres — le *combat pour vivre* (1) et la *sélection naturelle* — ont commencé, à l'état inconscient, avec le monde minéral. La *sélection naturelle*, sous sa forme la plus élémentaire — l'attraction des masses — a groupé ensemble les grains de sable; sous une forme différente — la cohésion — elle a cimenté ces particules et construit les assises de grès : puis, sous l'action du *combat pour vivre* — suscité par la pesanteur — les sables et les grès ont parfois étouffé toute vie or-

(1) En anglais *struggle for existence*, souvent rendu par les deux mots *concurrence vitale*.

ganique, au voisinage des grandes lignes d'éruptions siliceuses. Cela est visible, surtout à la côte orientale de l'Amérique du Nord : près de l'océan Atlantique, d'où surgirent autrefois des chaînes de roches cristallines puissantes, l'épaisseur de certains grès et schistes de transition à peu près dépourvus de fossiles, est énorme; l'on voit ensuite ces formations diminuer peu à peu en se rapprochant du Missisipi, où les roches calcaires, de plus en plus développées à mesure qu'elles s'éloignent de la mer actuelle, atteignent des dimensions colossales fourmillent de débris d'animaux. Par un mécanisme analogue, mais d'un ordre plus élevé, le *combat pour vivre* et la *sélection naturelle* ont permis à certaines espèces de plantes de prédominer sur des territoires où elles ont ralenti et quelquefois arrêté le développement d'espèces plus faibles. En passant des plantes aux animaux, les efforts qui ont produit ces résultats ont été de moins en moins rudimentaires, de plus en plus conscients

d'eux-mêmes. Chez l'Homme enfin, ils atteignent leur plus haute expression, lorsqu'il parvient à mettre en œuvre les moyens difficiles de réaliser le progrès par la Justice et par la Sympathie, qui sont le *Combat pour vivre* et la *Sélection naturelle* par excellence.

Ne pouvant énumérer tous les travaux des végétaux et des animaux anciens, nous allons nous limiter au plus utile de ces travaux — la formation de la houille.

Les chimistes ont montré qu'une matière végétale exposée à l'humidité, et soustraite à l'action de l'air par l'enfouissement dans la terre, se décompose lentement, en dégageant de l'acide carbonique, formé aux dépens de l'oxygène qui entre dans la matière. Cette décomposition, à l'époque actuelle ou quaternaire, fournit la tourbe. En remontant vers les époques tertiaire et secondaire, comme la distillation graduelle des plantes et des bois de ces époques a marché pendant un temps plus long, elle a produit le combustible plus

dur appelé lignite. Enfin, on conçoit que les végétaux de l'époque primaire ou paléozoïque aient perdu, par une décomposition beaucoup plus prolongée encore, une portion d'oxygène plus considérable, et donné pour résultat la houille — qui est surtout un composé de carbone et d'hydrogène en abondance, unis à un peu d'oxygène. A cette action générale se sont jointes des actions locales qui ont plus ou moins modifié le travail de fossilisation : ici, des émanations gazeuses, venues de l'intérieur de la terre, ont imprégné d'hydrogènes carbonés la masse en décomposition, et fait des houilles très-bitumineuses ; ailleurs, des phénomènes de métamorphisme ont, au contraire, expulsé l'hydrogène, et fabriqué l'anthracite, que l'on sait presque entièrement composé de carbone.

Dans tous les cas, la formation des couches houillères a pour origine le développement d'une végétation spéciale, dans laquelle les botanistes ne connaissent pas moins de cinq

cents espèces de plantes, se décomposant ainsi : deux cent quatre-vingt-dix-sept cryptogames acrogènes, dans lesquelles rentrent les fougères, cent vingt et une dicotylédones gymnospermes, cent neuf lycopodiacées, quarante-six sigyllariées, seize conifères, douze équisétacées, deux cryptogames amphigènes et quelques monocotylédones moins bien déterminées que les espèces précédentes (1).

Tous ces végétaux, dont nos fougères actuelles ne donnent qu'une idée amoindrie, ont vécu dans des lits de terre végétale peu élevés au-dessus des eaux. L'étude des couches de matières minérales qui alternent avec les couches de houille, démontre que tout cet ensemble a été formé à la manière des deltas actuels. D'immenses forêts d'arbres ou de marécages vivaient dans des estuaires, sur le bord

(1) Ce tableau est dressé d'après Ad. Brongniart. Des travaux plus récents ont jeté de nouvelles clartés sur la flore carbonifère. Voir notamment le *Geological survey of Kentucky*. Frankfort (Kentucky).

de mers peu profondes, ou dans les atterrissements séculaires des grands fleuves, comme cela se voit encore de nos jours aux bouches du Gange et du Mississipi. Dans certaines localités, le sol a dû éprouver de petites oscillations de niveau, qui découvraient à une époque des terres favorables à la végétation, puis amenaient bien plus tard les eaux de la mer sur des générations nombreuses de végétaux, ensevelies peu à peu sous d'épais amas de sédiments et de débris d'animaux marins : en d'autres endroits, l'absence de ces débris parmi les sédiments qui recouvrent des accumulations de tiges, de feuilles et de racines, dénote plutôt l'action de l'eau des fleuves ou des lacs.

Dans certains pays, comme la Nouvelle-Écosse, la formation houillère est énorme : sur un point de la baie de Fundy, l'on peut voir des arbres fossiles — principalement des sigillaria — posés verticalement à dix-sept niveaux distincts, sur une hauteur de près de

mille quatre cents mètres. Sir William Logan estime la puissance totale de la formation, roches et houille, à plus de quatre kilomètres. Ces chiffres nous permettent de nous figurer la grandeur de la lutte que le monde végétal eut à soutenir, pour triompher des causes nombreuses de destruction, et intercaler ces dépôts de houille aux différents étages d'une formation si puissante. La longue durée de la période carbonifère peut seule expliquer ce résultat victorieux : d'après le cube total d'un pareil dépôt de roches, le Gange ne mettrait pas moins de 350,000 ans pour accumuler le même volume dans la baie du Bengale, en calculant d'après sa puissance de sédimentation actuelle. Le Mississipi exigerait cinq fois le même temps, pour construire des assises équivalentes dans le golfe du Mexique.

Quant aux animaux qui ont pris part à cette lutte, et dont les dépouilles ou les empreintes se retrouvent dans les mêmes accumulations, ils sont très-variés. Les premiers insectes ont

fait alors leur apparition, ainsi que ces merveilleux et terribles petits foraminifères, si abondants sur les rivages des mers anciennes. Dans les eaux de ces mers et de leurs fleuves, dominaient des poissons cartilagineux, genres perdus aujourd'hui, mais voisins des raies et des squales de notre époque : leurs dents nous sont restées. D'autres poissons de plus grande taille, à dents fortes et striées, présentaient plus d'une analogie avec nos reptiles. Des crustacés à trois lobes, des mollusques voisins du nautile actuel, des zoophytes du groupe des oursins, et ces nombreux polypes à coraux, dont les organes élaboraient des masses énormes de calcaire par fractions imperceptibles, formaient aussi quelques-uns des représentants de la vie animale à cette grande époque. Les travaux de tant d'êtres vivants n'aidèrent point à ajouter de la matière combustible à celle que les végétaux étaient en train d'accumuler, si l'on excepte quelques amas d'hydrocarbures liquides qui proviennent évidemment de la

décomposition d'animaux anciens; mais ils ne furent point inutiles, car les dépouilles de ce monde animal sont aujourd'hui, entre les mains de l'Homme, le meilleur indice pour reconnaître s'il faut chercher la houille au-dessus ou au-dessous des nécropoles où elles reposent.

CHAPITRE V

DÉVELOPPEMENT DU TYPE HUMAIN.

Nous ne pouvons avoir la prétention de résoudre ici, ni même d'exposer en un court chapitre, les difficultés considérables que soulève la question du développement du type humain à travers les âges. Le sujet que nous avons abordé ne nous permettait pas d'éluder cette question, mais la sincérité nous interdit également de dissimuler ce que l'imperfection

présente du savoir humain laisse planer d'obscurités sur ce grand problème.

Les obscurités, nous les avons rencontrées dès qu'il nous a fallu passer de l'ébauche du relief terrestre par les forces inorganiques, aux actes qui permettent à ces forces et aux matières minérales de construire des végétaux : mais chacun a dû voir que ces ténèbres sont loin d'être aussi épaisses aujourd'hui qu'elles l'étaient il y a trente ans, alors que la Chimie considérait encore les composés organiques comme absolument distincts des composés minéraux, et supposait que la vie était nécessaire à leur formation. Il y a trente ans aussi, avant que la Géologie n'eût découvert le mode de formation des roches sédimentaires, et que la Physique n'eût perfectionné ses théories sur les forces, il nous eût été impossible de dénombrer ces mêmes forces, de les ramener à leur expression la plus simple, enfin d'expliquer l'ébauche du relief, par le concours d'éléments connus. Cette clarté dé-

finitive dont nous jouissons, nous a permis, entre autres résultats, de ne point considérer ce relief comme un organisme, contrairement à l'erreur propagée par divers écrivains, qui ont même adjoint une âme à ce prétendu organisme.

La connaissance des lois qui règlent le développement du type humain exigerait la connaissance préalable de l'histoire des corps vivants, et cette histoire est encore très-obscure. Le seul fait de l'organisation, dans ces corps, complique les phénomènes de telle sorte que, pour en rendre compte, ce n'est plus assez de l'analyse des manifestations mécaniques et physico-chimiques. Sans doute il est déjà beau de pouvoir faire rentrer les particularités des organismes vivants, dans les lois de la Physique et de la Chimie générales; mais les lois propres de la Physiologie sont les seules qui puissent apprendre ce qu'est l'organisation dans les animaux, et elles veulent la connaissance exacte des « conditions sous l'in-

fluence desquelles l'évolution vitale s'accomplit, la matière organisée se crée et se nourrit (1). »

En raisonnant par analogie, l'on peut espérer que, vers la fin de notre siècle, cette connaissance aura fait assez de progrès pour permettre d'expliquer les divers actes de la construction des corps vivants, comme nous expliquons aujourd'hui les procédés par lesquels la lumière, la chaleur, l'eau et les autres forces ou matières inorganiques ont ébauché le relief terrestre. Cela n'empêchera point qu'il ne subsiste longtemps encore des difficultés nombreuses et ardues, puisque l'on en rencontre à chaque pas dans les questions de Géographie physique et de Géologie, où la lumière est déjà vive. Mais, ce qui est aujourd'hui un mystère déclaré insondable, deviendra un enchaînement de problèmes à résoudre, problèmes dont les esprits bien

(1) Claude Bernard, *Rapport sur les progrès de la Physiologie en France depuis vingt ans*. 1867.

armés et clairvoyants trouveront de proche en proche les solutions.

Aujourd'hui, la question du développement du type humain donne lieu à des recherches positives de deux ordres. Les uns étudient l'ancienneté de l'Homme, se demandant à quelle époque cette espèce fit son apparition sur la terre, ou mieux, à quelles époques différentes pour les différentes parties du globe. Les autres, observant les innombrables variétés connues, tenant compte des actions que la lumière, la chaleur, l'eau, l'air, le genre d'existence, enfin le travail des instincts et de la réflexion, exercent sur la vie des races d'hommes vivantes, essaient de découvrir les lois qui ont réglé l'éclosion progressive des races éteintes.

Arrêtons-nous d'abord sur l'ancienneté de l'Homme, ou, pour plus de précision, sur les indices qui signalent les premiers temps de son séjour en Europe.

Un fait est acquis désormais à la science :

l'Homme existait déjà sur la terre à l'époque où surgirent les dernières chaînes de montagnes. Un second fait, non moins important, est que l'Homme a survécu à un grand nombre d'espèces animales, qui n'existent plus aujourd'hui dans aucune des parties connues du globe.

Les découvertes qui ont mis ces deux faits en lumière sont déjà anciennes. En 1833 et 1834, Schmerling, explorant les cavernes à ossements qui bordent les vallées de la Meuse, y découvrit des restes humains associés à des débris d'animaux. De quatre cavernes situées près de Liége, il retira sept squelettes ou portions de squelettes d'hommes, renfermés dans la même boue compacte que des restes d'éléphants, d'ours, de hyènes et d'autres mammifères appartenant à des espèces éteintes : parmi les crânes, le mieux conservé était celui d'un adulte, et provenait de la caverne d'Engis. En 1857, un crâne déprimé, aux arcades sourcillères proéminentes et farouches, fut trouvé

avec quelques ossements humains près de Düsseldorf, dans une caverne de cette partie de la vallée de la Düssel qui s'appelle le Neanderthal. Les débris fossiles d'Engis et de Neanderthal étaient enfouis dans cet étage de la formation quaternaire auquel on a donné le nom de *Diluvium* ou alluvions anciennes, pour le distinguer de l'étage supérieur, ou des alluvions modernes, que construisent les cours d'eau de la période actuelle. Or le diluvium ancien a été redressé, dans un grand nombre de localités, par les derniers soulèvements de la chaîne principale des Alpes. Depuis lors, d'autres soulèvements ont eu lieu, qui ont affecté les alluvions modernes — par exemple celui du Vésuve et de l'Etna, désigné sous le nom de système du Ténare, et le soulèvement des Andes de l'Amérique du Sud. Enfin, depuis la période historique on possède des preuves manifestes de la continuité de ces oscillations de la croûte terrestre. Nous n'en citerons que deux : la côte sud de l'île de Sardaigne s'est

élevée de 70 à 90 mètres au-dessus du niveau actuel de la Méditerranée, depuis l'époque où les habitants de cette île savaient fabriquer les poteries; l'île de Crète s'est exhaussée, à son extrémité occidentale, d'environ 8 mètres, et a mis à sec d'anciens ports de commerce. Les oscillations de niveau des rivages de la Scandinavie, des côtes de France, des îles de l'océan Pacifique, sont des phénomènes de même nature et qui achèvent de rendre insoutenable cette opinion, autrefois universelle, qu'il n'y a plus eu de soulèvements sur le globe depuis l'apparition de l'Homme.

La coexistence de l'Homme et des grands quadrupèdes, pendant la période qui a suivi le dépôt des terrains tertiaires, est corroborée par des découvertes faites en d'autres pays et à des horizons géologiques différents. L'exploration des grottes à ossements a conduit aux mêmes résultats, en France et dans les îles Britanniques. De plus, les grottes ne sont pas les seuls gîtes où des espèces anéanties

se trouvent associées à des restes humains. La faune caractéristique des cavernes a été rencontrée dans les dépôts fluviatiles à ciel ouvert, notamment dans la vallée de la Somme.

Le mammouth de Sibérie — ce gigantesque éléphant dont on trouve les restes fossiles enfouis dans la glàce, et que les naturalistes appellent *Elephas primigenius* — paraît avoir été la plus grande espèce animale contemporaine de l'homme primitif. Il vivait avec le rhinocéros velu, le grand tigre, l'ours à front bombé, un bœuf de haute taille et de nombreuses hyènes plus féroces que les hyènes actuelles. Cette faune aurait pris possession de l'Europe durant les périodes de retrait des grands glaciers, c'est-à-dire au commencement de l'ère post-pliocène, qui ouvre la période quaternaire.

S'il est donc imprudent de faire remonter l'existence de l'Homme jusque dans l'ère pliocène, qui vient clore la période

tertiaire, tout s'accorde pour autoriser l'hypothèse que l'homme primitif d'Europe a vécu durant ces mêmes périodes de retrait des anciens glaciers (1). Par exemple, M. Ami Boué a trouvé, en face de Strasbourg, plusieurs ossements de squelette humain, enfouis à la base du lœss solide et non remanié, qui s'étend sur une partie du grand-duché de Bade. Ce lœss est un limon extrêmement homogène, fabriqué jadis par le broyage des roches sous l'action des grands glaciers, à la façon des boues de moraines qui maculent la surface

(1) M. Desnoyers a bien proposé de considérer comme faites de main d'hommes certaines stries observées à la surface de quelques os d'*Elephas meridionalis* trouvés à Saint-Prest, près de Chartres : et l'on sait que cet animal n'a pas survécu à l'ère pliocène, qu'il s'est éteint lors du dépôt des terrains quaternaires. Mais sir Ch. Lyell a montré, expérimentalement, que ces stries peuvent avoir été produites par les incisives de puissants rongeurs. A plus forte raison semble-t-il prématuré d'admettre l'existence de l'Homme pendant la période miocène, malgré l'intéressante découverte de silex à éclats, qui aurait été faite par M. l'abbé Bourgeois dans l'étage moyen des dépôts tertiaires de Loir-et-Cher.

des petits glaciers actuels de la Suisse : il est descendu des Alpes, vers le Rhin et vers le Danube, pendant les temps post-pliocènes, exactement comme de nos jours le limon du Gange, recouvrant sur son passage une étendue de près de 500 lieues, descend de l'Himalaya vers la mer des Indes.

Après les crânes d'Engis et de Neanderthal, la sépulture d'Aurignac, étudiée par M. Lartet, a révélé toute une société contemporaine du mammouth et déjà initiée à des rites funèbres, peut-être même en possession de la croyance à une vie future. On sait que le souvenir de cet âge du mammouth se retrouve chez les Indiens chasseurs des prairies de l'Amérique du Nord, dont la tradition la plus persistante est que des animaux de taille énorme vivaient autrefois sur leurs ancêtres, comme ils vivent eux-mêmes aujourd'hui sur le buffle. En Europe, l'homme du renne succède à l'homme du mammouth : l'un et l'autre paraissent avoir employé, comme outil perfectionné, le silex

à éclats. L'âge de la pierre polie vient plus tard et caractérise un grand nombre de stations humaines en Danemark, de cités lacustres en Suisse. Pendant cette période, le chien aurait été le premier animal domestiqué. Un commencement de civilisation générale apparaît à la surface du continent, qui voit bientôt s'élever ces lourds monuments de pierres, jalons mystérieux des étapes de la grande race envahissante connue sous le nom de *race à dolmens*. Les Celtes, amis des montagnes, viennent sur les derrières de ce peuple. Le travail du cuivre est, dès cette époque, le résultat d'échanges de plus en plus actifs avec l'Asie, berceau des arts utiles : il dépose une couche nouvelle de sociétés humaines, dont les philologues ont merveilleusement retrouvé les traces en Europe, et le point de départ dans le bassin moyen de l'Indus. Les habitations construites sur pilotis au-dessus des lacs se multiplient et s'améliorent, offrant plus d'une analogie avec les villages aquatiques de cer-

taines tribus des côtes de la Nouvelle-Guinée. Cette période correspond, sur la terre ferme, aux temps héroïques de nos aïeux méditerranéens. Enfin l'âge du fer, dont l'aurore a vu les dernières habitations des lacs, nous conduit au seuil de l'Histoire positive, mettant en scène les Scandinaves et les Saxons, déjà redoutables sur leur élément — la mer et les grands fleuves.

Dans cet ordre de recherches, la biologie apporte à l'étude des terrains, à l'archéolithie et à la linguistique, un secours précieux; son intervention est indispensable pour éclairer cette seconde catégorie de travaux qui se propose, abstraction faite de la question de l'ancienneté de l'Homme, la connaissance des lois suivant lesquelles s'accomplit le développement physique et moral du type humain.

L'infinie variété des modifications qu'un type fondamental est susceptible de subir, se manifeste dans les trois divisions conventionnelles de la nature — chez les minéraux, les

végétaux et les animaux; mais elle donne lieu à des nuances de plus en plus nombreuses, à mesure qu'on passe du minéral au végétal, et du végétal à l'animal. Les belles découvertes de M. Albert Gaudry, parmi les fossiles de la Grèce, ont montré d'une manière décisive que les formes paléontologiques furent soumises à un *changement continu*, à travers les âges. D'autre part, l'anatomie descriptive des plantes et des animaux a dégagé, d'un grand nombre de faits, une conception contraire à l'ancienne doctrine des causes finales. Par exemple, l'enfant qui remarque ou l'ancien qui remarquait le vol des oiseaux est ou était porté à se dire : les oiseaux ont des ailes *pour* voler. Mais l'étude des êtres organisés a fait voir que les oiseaux volent *parce qu'ils* ont des ailes. L'univers n'en est que davantage un « Empire de raison, » suivant la magnifique expression d'Œrsted : mais, loin que l'organe soit donné à l'animal pour permettre l'exercice d'une fonction réglée par une volonté

créatrice (dans le sens anthropomorphique du verbe *créer*), au contraire, les fonctions sont des résultats amenés par une série de transformations des organes, transformations commandées elles-mêmes par l'enchaînement des circonstances antérieures au milieu desquelles ces organes ont fonctionné. Les ailes de l'oiseau sont la conséquence d'un développement particulier de la main. Les doigts palmés de la chauve-souris, les pattes du canard, les rayons assemblés qui forment les nageoires du poisson, se retrouvent dans l'oiseau : seulement la surface chargée de réagir contre le milieu résistant est différente; la membrane continue des premiers est remplacée par des plumes, par une réunion d'appendices détachés. Autres exemples : la trompe flexible de l'éléphant, munie d'un doigt mobile dont l'extrémité remplit les fonctions d'une main, n'est que la modification de l'organe qui permet au tapir et au pourceau de fouiller la terre, aux animaux supé-

rieurs d'exercer le sens de l'odorat. L'appareil respiratoire des reptiles, des oiseaux et des mammifères remplit la poitrine de ces animaux, parce qu'il travaille dans l'air et que ce gaz l'envahit périodiquement à de courts intervalles : au contraire, dans les poissons, condamnés en général à ne respirer que la faible proportion d'air dissoute dans l'eau, les poumons sont réduits à une simple vessie natatoire qui, du reste, fait défaut à certaines catégories de nageurs et existe chez les oiseaux sous la forme des sacs aériens (1). En résumé, partant du végétal, dont les organes ne sont que des feuilles transformées par les nécessités d'alentour; passant par les animaux infé-

(1) Voir une étude du docteur Foley, intitulée : *Du travail dans l'air comprimé.* Paris, J.-B. Baillière, 1863.

L'auteur, en observant avec soin les effets physiologiques de la compression et de la décompression sur les ouvriers employés à la construction des ponts tubulaires, a jeté un jour nouveau sur des organes dont les usages étaient peu connus, et en a déduit quelques instructions thérapeutiques précises.

rieurs, qui se rapprochent des plantes, on arrive à ce type idéal de l'animalité, entrevu par Gœthe et Geoffroy Saint-Hilaire — type que des observations plus récentes permettraient de concevoir comme uniquement composé d'une trame dont les tissus, cellulaire, musculaire et osseux, seraient les transformations diverses.

Parvenue à ce point, l'étude de la biologie acquiert une importance philosophique de premier ordre. Le microscope, l'analyse organique et la sagacité de l'observateur se réunissent pour donner à la science de l'homme physique un puissant essor, en permettant de construire, sous le nom d'histologie, l'histoire de l'évolution des tissus vivants. Cette histoire est capitale à tous les points de vue, lorsqu'elle s'appuie sur la connaissance exacte des caractères mathématiques, physiques et chimiques des éléments constitutifs de ces tissus. En outre de ses applications à l'hygiène, au traitement des maladies, à la médecine légale,

elle produit les plus heureux résultats, par les notions lumineuses qu'elle introduit dans la physiologie (1).

Le type humain, lorsqu'on l'envisage sous cet aspect, est vraiment grand parce qu'il condense toutes les grandeurs accumulées par les efforts — conscients ou instinctifs — des êtres sans nombre qui en ont préparé l'avénement. Du même coup s'évanouit toute dispute au sujet de l'unité ou de la pluralité des centres de création. Les monogénistes et les polygénistes n'ont plus de raison d'être : il n'y a pas à faire un choix entre deux opinions contraires, dont le trait commun est de substituer l'hypothèse d'une ou de plusieurs *créations sans précédents*, à la recherche patiente de nos origines, alors que le noble souci de cette recherche a contribué plus que toute chose à

(1) Il faut lire surtout et suivre d'un œil attentif les beaux travaux de M. Charles Robin, notamment :

1° Des épithéliums (*Journal d'anatomie et de physiologie*);

2° De la biologie, son objet, etc... (*La philosophie positive*, revue dirigée par MM. Littré et Wyrouboff.)

développer le type humain, en faisant éclore des aptitudes cérébrales qui ont donné à ce type des moyens d'action exceptionnels sur la nature. La théorie de Darwin suffit à expliquer l'origine des races humaines. Le pouvoir modificateur de la *sélection naturelle* et du *combat pour vivre* n'est plus guère mis en doute, lorsqu'il s'agit des formes des plantes et des animaux. Or, sur les formes humaines il est prouvé par des arguments de variabilité bien connus, et surtout par l'évidence que portent avec elles les choses nécessaires. Il est fatal que l'homme qui cherche à s'adapter à un milieu nouveau, succombe s'il ne peut acquérir les moyens d'action dont il a besoin pour cela : il est aussi fatal qu'il transmette à ses descendants réels, les forces de résistance qu'il a reçues lui-même de ses ascendants, augmentées ou diminuées de celles dont il a fait l'acquisition ou la perte par son travail ou par son inaction. La Famille, la Tribu, la Cité, la Race ne sont que le résul-

tat de cette chose nécessaire, sans laquelle on ne concevrait pas le simple fait de la vie. Le cerveau du nègre est une fatalité, comme le pied de l'ours, muni d'un talon imparfait qui est peu favorable à l'élégance de la démarche. Le développement de l'intelligence étant exactement lié à l'ordre de solidification des sutures du crâne, et cette solidification ayant lieu d'avant en arrière chez le Nègre, d'arrière en avant chez l'Européen, il en résulte que dans la race nègre les lobes frontaux, sans lesquels les facultés intellectuelles ne seraient point, se trouvent enrayés dans leur développement dès les premiers jours de la puberté, alors que chez l'homme blanc ils peuvent grandir presque jusqu'à la vieillesse. De proche en proche, non moins que les tissus, les organes et les formes du corps humain, les facultés psychologiques sont donc le résultat d'évolutions antérieures, des acquisitions, en un mot. Sir John Lubbock l'a fait voir surabondamment par ses études d'em-

bryogénie morale sur les peuplades primitives et les sauvages. De son côté, le philosophe anglais Herbert Spencer a jeté sur cette question culminante des lueurs inattendues, en analysant avec rigueur un certain nombre de facultés de l'ordre moral (1).

Tout est le produit du Temps. Ainsi que nous le verrons par l'analyse des faits de l'Industrie, dans la seconde partie de ce livre, le développement de l'espèce humaine est le résultat d'un apport, chaque fois imperceptible, de connaissances nouvelles. Cet apport a fait grandir l'esprit humain, de la même manière que l'exercice des forces de l'ordre physique a donné au cerveau de l'Homme blanc la forme plus belle et les propriétés plus fécondes qu'il manifeste par comparaison avec le cerveau du nègre océanien. Antérieurement, ces forces

(1) *L'homme avant l'histoire*, par sir John Lubbock. Trad. Barbier (Paris, Germer-Baillière).

Principles of psychology, par H. Spencer (Londres, Williams and Norgate).

avaient pétri des cerveaux d'animaux par milliards, et produit ainsi à la longue des cerveaux d'êtres humains, très-inférieurs, qui ont été modifiés à leur tour par ces mêmes forces physiques et par les actions de ces hommes. Et comme les groupes d'individus ont une longévité d'autant moins grande qu'ils appartiennent à une classe plus élevée, il est certain que l'action modificatrice du temps s'est exercée sur un nombre d'êtres de plus en plus considérable à mesure qu'elle a produit des types moins grossiers, et que, par suite, cette action était déjà fort intense avant l'apparition des hommes au milieu de la faune terrestre.

Dans la préface de l'édition française de son fameux ouvrage — *la Place de l'Homme dans la nature* (1) — Huxley a précisé d'un trait la question de l'intervalle zoologique entre l'homme et les animaux.

(1) Fort bien traduit et accompagné d'une introduction remarquable par M. le Dr Dally. (Paris, J.-B. Baillière et fils, 1868.)

« Il m'arriva un jour, dit-il, de séjourner durant de nombreuses heures, seul, et non sans anxiété, au sommet des Grands-Mulets. Quand je regardais à mes pieds le village de Chamounix, il me semblait qu'il gisait au fond d'un prodigieux *abîme* ou *gouffre*. Au point de vue pratique le gouffre était *immense*, car je ne connaissais pas le chemin de la descente et si j'avais tenté de le retrouver seul, je me serais infailliblement perdu dans les crevasses du glacier des Bossons; néanmoins je savais parfaitement que le *gouffre* qui me séparait de Chamounix, quoique dans la pratique infini, avait été traversé des centaines de fois par ceux qui connaissaient le chemin et possédaient des secours spéciaux.

« Le sentiment que j'éprouvais alors me revient quand je considère côte à côte un homme et un singe; qu'il y ait ou qu'il y ait eu une route de l'un à l'autre, j'en suis sûr. Mais maintenant, la distance entre les deux est tout à fait celle d'un abîme. »

Avant d'essayer de raconter les principales actions qui ont marqué, par le progrès des arts utiles, la phase la plus récente du développement du type humain, il nous reste à dire quelques mots des matériaux que l'on rencontre aujourd'hui sur les lieux importants du globe. Tout l'avenir dépend de ces matériaux, légués par des fatalités auxquelles nous n'avons pris aucune part, ainsi que de leur mise en œuvre intelligente, qui est le seul devoir des hommes du présent.

CHAPITRE VI

LES MATÉRIAUX DE LA CIVILISATION EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE.

Nous voudrions grouper les matériaux de la civilisation dans chaque pays, suivant l'ordre qui a présidé à leur apparition sur la terre. Nous aurions ainsi :

Pour le monde *inorganique*, les roches, les métaux et les substances de même ordre ; les mers, les archipels, les cours d'eaux, les volcans, les terres arables ;

Pour le monde *organique*, les plantes, les arbres et les animaux utilisables, ainsi que les restes fossiles des végétaux et animaux anciens ;

Pour le monde *moral*, les races humaines et leur puissance d'action sur la Nature — puissance que mesure leur degré d'énergie au travail ;

Enfin, dans chaque contrée, la position de ces trois mondes par rapport au Soleil — pivot de tout le mécanisme terrestre, et réservoir commun des forces qui assurent le fonctionnement de ce mécanisme.

Mais l'exiguïté d'un livre qui ne prétend à être qu'une première ébauche de l'*Histoire du Travail*, nous impose de choisir seulement quelques traits dans ce vaste ensemble.

Ce que nous avons déjà dit de l'orographie de l'Europe occidentale, dont le sol est traversé par un si grand nombre de chaînes de montagnes entrecroisées, suffit à expliquer la pauvreté relative de ce continent si on le com-

pare surtout aux deux Amériques et à l'Asie. Les grands fleuves y sont peu nombreux et presque toujours trop rapides, comme le Rhône et le Rhin. D'autres, tels que la Vistule et le Danube, plus favorisés à cause de leur moindre pente, appartiennent à l'Europe orientale, ce qui veut dire qu'ils traversent des pays fertiles mais habités par des races anti-industrielles, dont l'incurie a laissé dans un état déplorable ces grands chemins préparés par la Nature. Par bonheur, quelques autres cours d'eau, parmi lesquels l'Elbe et l'Oder, se trouvent aux mains de la plantureuse race saxonne, qui colonise l'Amérique du Nord et s'apprête à déborder sur la Vistule.

Par suite des nombreuses oscillations qui ont alternativement fait émerger et submergé de grandes parties du continent européen, les couches récentes de sédiments marins et lacustres s'y trouvent superposées sur une épaisseur souvent considérable, recouvrant sur bien des points les terrains anciens, que l'on sait

être les seuls vraiment riches en charbon. L'Angleterre, située hors de la sphère la plus active de ces mouvements, est plus favorisée : et cependant, même en la faisant entrer en ligne de compte, on voit que la quantité de chaleur artificielle emmagasinée dans l'occident européen représente à peine une fraction de celle que renferment les vallées du Missis-sipi, de l'Ohio et du Missouri, laquelle paraît elle-même être inférieure aux dépôts, vierges encore, que l'Asie tient en réserve pour nos descendants. De même pour les métaux précieux. Il faut s'avancer vers l'est de l'Europe, dont la géologie se rapproche de celle de l'Asie et de l'Amérique, pour rencontrer l'or, l'argent et le platine en abondance, non loin de riches bassins de houille et de forêts superbes.

Les mêmes oscillations du sol, en multipliant les différences d'altitudes, d'expositions au soleil et de composition chimique des terres, ont produit une variété exceptionnelle dans le règne végétal de l'Europe. Mais on n'y voit

point la végétation luxuriante des régions tropicales. Quant aux animaux, il n'en existe presque plus à l'état sauvage, tandis que les bêtes domestiques — le cygne, le bœuf, l'agneau, l'âne, le bélier, le bouc — remplissent nos légendes sacrées et profanes. Le cheval, sur cette terre classique de la guerre à outrance, est devenu, par le développement de ses qualités individuelles, le type du courage et des vertus les plus honorées : son nom, dans la langue du plus brillant des peuples Européens, a servi de racine à l'épithète la plus flatteuse pour l'homme d'autrefois.

D'après un calcul approché, l'Europe renfermerait environ 280 millions d'habitants, dont la presque totalité — 275 millions — appartenant à la race blanche, au type caucasique. C'est un peu plus de la moitié du chiffre auquel on suppose que cette même race blanche s'élève par tout le globe. Ces habitants seraient les descendants diversifiés d'une grande race venue de l'Asie — race dont ce

continent renfermerait, à l'état d'autochthones, un nombre à peu près égal, 213 millions environ. En ajoutant à ces deux nombres, 36 millions de colonisateurs blancs dans l'Amérique du Nord, 10 millions dans les Antilles et l'Amérique du Sud, 20 millions en Afrique, dans l'Inde et en Chine, plus 1 million en Océanie, l'on arrive à un total de 555 millions, qui n'est atteint, probablement, par aucune des deux autres grandes races, jaune et noire.

Parmi les 275 millions de blancs qui habitent l'Europe, il est nécessaire de distinguer plusieurs couches de populations douées d'une puissance civilisatrice fort inégale. A proprement parler, la grande famille blanche s'y subdivise en trois groupes : 1° celui qui vit à l'est des Karpathes, subissant fortement encore l'influence asiatique et offrant cette stabilité qui caractérise les institutions patriarcales ; 2° le groupe révolutionnaire des sociétés individualistes, contrastant d'une manière ab-

solue avec le précédent et occupant tout ce qui reste du continent Européen, si l'on excepte la Suisse, la Hollande et cette bande de territoire qui va de la mer du Nord vers le Rhin, par Lubeck, Hambourg et Brême en largeur, par Berlin, Hanovre et Francfort-sur-le-Mein en longueur; 3° le groupe de l'Angleterre, de la Suisse, de la Hollande et de cette partie de la confédération du Nord.

En dehors de ces trois groupes, un quatrième, composé de 67 millions d'hommes blancs environ, est établi dans les deux Amériques, sur le littoral indien, en Chine, en Australie, à la Nouvelle-Zélande et sur quelques autres points du globe.

Le groupe conduit par la Russie ne peut avoir la prépondérance, quels que soient les succès diplomatiques ou militaires que l'avenir lui réserve : il n'est outillé pour produire abondamment, ni dans l'ordre industriel comme l'Angleterre et l'Amérique, ni dans l'ordre du goût, du plaisir ou de la

beauté, comme la France, l'Italie et une partie de l'Allemagne. Malheureusement pour la France, qui en était jadis le chef, le groupe révolutionnaire est désormais sans force : son éducation métaphysique, juste-milieu déplorable entre la Théologie et la Science, l'a rejeté au second rang. L'avenir appartient donc sans conteste aux troisième et quatrième groupes, qui trouvent dans le commerce, l'industrie, la colonisation, les sciences naturelles et une activité politique féconde en résultats, l'exercice des facultés positives de leur esprit — idéaliste à sa manière.

CHAPITRE VII

LES MATÉRIAUX DE LA CIVILISATION EN ASIE, EN AFRIQUE ET EN OCÉANIE.

Dans sa marche conquérante à la surface de la terre, la race blanche doit nécessairement se conformer aux nécessités qui résultent de la nature des choses. Elle ne doit pas songer, par exemple, à attaquer un continent répulsif comme l'Afrique — cette terre des singes — avant d'avoir conquis des forces physiques nouvelles, perfectionné son outil-

lage industriel, et surtout avant de s'être préparée physiologiquement à cette rude attaque, par une acclimatation préalable et progressive dans des zones tropicales d'une intensité moindre. L'Amérique du Sud, l'Asie et les archipels océaniens sont les étapes obligées de cet irrésistible mouvement.

Les Américains du Nord ont commencé : ils se rapprochent par le Mexique, de la vallée de l'Amazone, plus belle encore que celle du Mississipi; et, par la Chine, de l'intérieur de l'Asie, proie immense pour nos enfants, rendez-vous certain des membres, aujourd'hui épars, de la grande famille Aryenne.

Le géologue américain Pumpelly (1) vient de signaler en Chine des amas de houille qui donnent le vertige, et un immense développe-

(1) Rapport de l'*Institut smithsonien* pour 1865. — Washington. On peut consulter ce recueil à la bibliothèque de l'Académie des sciences de Paris. Il faut demander : « *Account of geological observations in China, Japan and Mongolia, by Raphael Pumpelly, of New-York.* »

ment de calcaire dévonien à travers tout le Céleste-Empire, sur une épaisseur qui dépasse parfois 3,000 mètres. Il y aura là des études splendides à faire sur les volcans éteints : le grand plateau qui sépare la Sibérie de la Chine se termine brusquement vers le sud par un mur de lave à pic de 500 mètres de haut, régnant sur une étendue considérable. Une Méditerranée superbe est la mer du Japon. L'île de Yesso abonde en richesses minérales : le consul anglais de Hakodadi, vient de signaler le fer, le cuivre, le plomb argentifère. Quant au fleuve Amour, c'est une artère gigantesque naturellement désignée pour livrer passage aux institutions républicaines, qui arriveront de l'Amérique en Europe sous deux angles — par l'Allemagne du Nord et par la Sibérie méridionale.

Les matériaux de la civilisation en Océanie sont moins abondants, mais ils ont déjà donné beaucoup. Sans parler de l'or qu'elle possède, l'Australie est un sol d'autant meilleur pour

l'élève du bétail qu'il est plus ingrat pour la culture. C'est le plus grand atelier de production de laine brute. C'est aussi l'une des terres d'élection du pauvre, de celui qui vit de travail manuel. Le mouton coûte à peine trois sous la livre, et le bœuf quatre sous, dans un pays où l'ouvrier gagne 200 francs par mois et souvent davantage. Comme le bétail subsiste en liberté sur les *runs* ou parcours, la laine est obtenue à un prix bien inférieur à celui de la laine d'Europe, ce qui n'est pas sans menaces pour le vieux continent. Et si l'on observe que les fermiers des prairies américaines tendent parallèlement à devenir les grands approvisionneurs de l'Europe occidentale en grains et viandes salées, on se demande si la terre où ont pris naissance l'agriculture rationnelle et la grande industrie n'est pas destinée à dépendre un jour des pays jeunes pour son entretien.

A cette époque, la méditation, la culture des beaux-arts, le perfectionnement des sciences

les plus hautes, seraient la vie des Européens sédentaires, possesseurs du loisir divin; tandis que des caravansérails, comme Paris, donneraient à l'étranger le plaisir, avec l'hospitalité d'un peuple aux mœurs aimables, vivant sous un ciel tempéré, à l'abri des soucis dévorants qui poursuivent le producteur, l'homme d'action. Celui-ci, on le trouverait dans les cinq parties du monde et surtout au cœur de l'Afrique, assainie par les efforts de son espèce étrange. L'Afrique est le grand mystère, tout y paraît noir comme la nuit : et cependant que de lumières à en rapporter ! C'est la terre, par excellence, des embryons. Les précurseurs de l'homme physique s'y sont développés avec énergie : il s'y trouve des provinces entières couvertes de grands bois, d'où le gorille a chassé le lion lui-même. Que de fossiles de quadrumanes on en rapportera, tout en y cherchant la houille et les métaux vils ! Et l'homme moral, où présenterait-il mieux que parmi les innombrables tribus nègres de l'Afrique, la

série complète des transitions qui conduisent de l'instinct bestial au pouvoir de réfléchir sur l'univers?

Aux œuvres produites par ce pouvoir de réflexion, nous allons consacrer la deuxième partie de notre livre. Elles achèvent de montrer que le grand architecte c'est le Temps — Chronos, le constructeur des roches, des métaux, des ligneux, des bêtes, des humains et du savoir humain — du savoir, vainqueur de toutes choses, même du Temps.

SECONDE PARTIE

LE TRAVAIL DE L'HOMME

CHAPITRE VIII

LE LOGEMENT

Les maisons qui abritent de nos jours les habitants des grandes villes européennes sont loin d'être le dernier mot de l'art de construire. Elles laissent, à coup sûr, beaucoup à désirer. Cependant, lorsqu'on rapproche cette architecture de celle de peuples moins avancés ou plus anciens, on reconnaît qu'un chemin considérable a été parcouru, non d'une ma-

nière soudaine, mais par une série de perfectionnements très-lents qui sont venus s'ajouter les uns aux autres.

Les traces de ces perfectionnements successifs n'ont point encore disparu : elles subsistent plus ou moins dans tous les pays, même les plus civilisés. Partout, à peu de distance de l'habitation vaste, bien éclairée, confortable, ornée de décorations extérieures, on rencontre la maison mal bâtie, mal éclairée, froide, petite et nue; en descendant toujours, c'est la cabane, puis la hutte enfumée, enfin le trou dans la terre ou la grotte, suivant la contrée. Il est très-fréquent de voir tous ces genres de logements humains coexister sur le même sol. De Paris en Sologne, par exemple, l'observateur peut étudier d'innombrables variétés de ces cinq types fondamentaux : — le trou, la hutte, la cabane, la maison et l'habitation.

Le trou dans la terre est naturellement la construction qui permet le mieux de constater

les progrès par lesquels il a fallu passer pour s'élever jusqu'aux habitations spacieuses dont les classes supérieures ont contracté l'habitude. Ces abris rudimentaires ne se présentent pas seulement loin des centres de civilisation : on les voit abonder aux portes même des grandes capitales. Les innombrables taupinières d'hommes qui signalent la plage d'Alexandrie d'Egypte, les grottes de bohémiens du département du Gard, les fours à plâtre où s'abritent les vagabonds de la plaine de Paris, les cryptes où dorment les malfaiteurs de Londres, sont quelques-uns des représentants actuels de l'architecture primitive. Soit que l'homme n'ait point encore franchi l'état social embryonnaire, soit que le vice et l'imprévoyance l'aient rejeté en bas, son idéal de logement est le même : il recherche de préférence les abris qui sont placés au-dessous du niveau de la terre. Quand il est capable de concevoir l'idée de la hutte, c'est qu'il a déjà réalisé un progrès, relativement immense.

Le sauvage qui s'est affranchi du trou sous terre ne peut s'élever immédiatement au-dessus du sol : pendant longtemps il dormira sur le sol même. Sa hutte n'est point éclairée par la lumière du dehors : elle n'a pas de fenêtre. Quand il s'y réfugie, même en plein jour, il vient encore y chercher la nuit. Du reste, comme il est demeuré à moitié nomade, il fait cuire ses aliments en plein air. Dans les pays froids et humides, la nécessité lui suggère d'allumer du feu dans sa demeure; la fumée s'échappe alors soit par un trou percé à la partie supérieure de la toiture, soit par l'unique orifice qui sert à la fois de porte et de fenêtre. Cet orifice est juste de la largeur d'un homme et placé le plus bas possible; il faut ramper à plat ventre pour s'introduire dans ce logement, dont le toit rapide touche presque la terre.

A mesure que l'idéal de ces êtres simples grandit, leur demeure s'élève et s'éclaire. Nous avons alors la cabane. Ce troisième type d'ha-

bitation recouvre, au dix-neuvième siècle, la plus grande partie de l'Europe : il y abrite presque partout la classe la plus nombreuse, celle des paysans. Construite en bois dans l'est de l'Europe, et en pierres dans l'ouest, la cabane est partout caractérisée par ce trait distinctif, qu'elle n'a point encore d'étages supérieurs. La superposition des étages, qui trahit déjà un ordre social avancé, marque le passage de la cabane à la maison. En se rapprochant des villes, en devenant ouvrier des manufactures, le paysan perd, il est vrai, certains biens précieux ; mais il en acquiert un autre qui les vaut tous : il vit davantage avec ses semblables, il habite dans le voisinage immédiat d'autres hommes dont il partage le toit ; il subit un plus grand nombre de contacts ; en un mot, il se civilise.

Déjà, cependant, un progrès considérable avait été réalisé par la cabane. La fenêtre, qui n'existe pas dans la hutte, apparaît ici. Elle se multiplie bientôt, grâce à l'une des inventions

qui ont rendu le plus de services à l'humanité, grâce aux carreaux de vitres. L'art de laminer le verre était inconnu des Grecs et des Romains de la République. Or, il est impossible de comprendre une civilisation vraiment générale, en l'absence de cet art. Supposez un moment les Grecs d'Ionie ou les Romains du temps de Marius, obligés de vivre en Scandinavie et sur les bords de la Vistule : comme leurs habitations seront ouvertes à tous les vents, les conquérants pourront bien tenir, dans ces froides contrées, quelques stations militaires, mais ils demeureront incapables d'y accomplir aucune des grandes choses qui leur ont été faciles aux bords de la Méditerranée, sous un ciel doux et au sein d'une abondante lumière. Le nord et le centre de l'Europe seraient encore couverts de forêts et de marécages, si les habitants de cette partie du monde n'avaient été mis en possession du moyen de se construire des demeures qui fussent, en même temps, fermées et éclairées. La sub-

stance diaphane à laquelle nous avons donné le nom de verre a permis de résoudre universellement ce problème, qui dut sembler contradictoire aux anciens, et doit paraître insoluble, encore à cette heure, à plusieurs des variétés de l'espèce humaine vivant dans des trous et dans des huttes (1).

Comme la cabane est le type d'habitation le plus répandu en Europe, c'est celui qui nous présente le plus de sujets d'observation. Dans cette série, le terme inférieur, le modèle qui paraît à peine se distinguer de la hutte, n'a pour fenêtres que des lucarnes sans vitres : le toit de chaume descend encore très-bas, quoique la porte se soit notablement agrandie; il n'existe enfin, à l'intérieur, qu'un âtre sans

(1) Avant l'introduction des carreaux de vitres à Rome, on avait fait usage de tissus blancs imprégnés d'huile, qui livraient assez bien passage à la lumière extérieure.

Dans certaines parties de la Russie, et généralement dans les pays où le mica se rencontre en abondance, on l'emploie en guise de carreaux de vitres, sous la forme de feuilles minces et diaphanes.

cheminée d'appel. Ces spécimens se rencontrent partout, même en France, mais ils sont particulièrement nombreux dans le nord et dans l'est de l'Europe. Les villages répandus sur le versant septentrional des Karpathes, par exemple, permettent au voyageur de se faire une idée du temps considérable qu'exigent les progrès relatifs à l'habitation, même au sein de la race blanche. Ces villages sont habités par des populations d'origine slave, très-attachées à leurs vieilles mœurs et à leurs méthodes de travail primitives. Il en résulte que dans un même village on compte jusqu'à douze et quinze variétés de cabanes, depuis le spécimen rudimentaire qui vient d'être décrit, jusqu'à celui qui n'attend plus que la superposition des étages pour être métamorphosé en maison et rapporté au quatrième type. Or, il est curieux, en comparant ces spécimens les uns aux autres, de voir peu à peu les fenêtres s'agrandir, se multiplier et s'adjoindre les carreaux de vitres, puis une simple ouverture se

montrer, en guise de cheminée, au sommet du toit de chaume, et, finalement, la cheminée d'appel véritable se développer au dedans et au dehors.

Dans ce dernier état, l'habitation n'est plus un simple abri, comme le trou, comme la hutte. C'est un asile qui reçoit la lumière du jour, tout en protégeant la famille contre les intempéries des saisons : c'est en même temps un puissant engin civilisateur, sous la forme d'un appareil de chauffage et de ventilation. Quelque grossier que soit encore cet appareil, il faut savoir, en effet, lui reconnaître une importance réelle. C'est le *foyer,* le premier centre autour duquel la famille se réunit et s'agrége. Lorsque la cabane est arrivée à ce point, il suffit que deux familles se rapprochent pour qu'elle s'élève d'un degré plus haut et devienne la maison, — passage qui marque, du même coup, la transformation du village en ville et celle du paysan en ouvrier.

La valeur sociale de ce quatrième type de

logement lui vient beaucoup moins des avantages qu'il réalise au point de vue de la construction, que des changements qu'il entraîne dans la manière de vivre de l'habitant des cabanes. Dans ces dernières, le mobilier tient une place infiniment restreinte, les vêtements sont faits presque toujours par la famille, la nourriture est peu propice à l'élaboration intellectuelle, les transports et les échanges enfin sont rudimentaires. Mais tous ces besoins prennent un essor, aussitôt que l'homme des champs est devenu citadin. C'est en cela que consiste surtout l'influence éducatrice des maisons et des petites villes sur les campagnes.

Le cinquième type de logement caractérise une phase nouvelle. Avec l'habitation, ce ne sont plus seulement les besoins d'ordre matériel énumérés plus haut, qui trouvent à être satisfaits : ce sont encore les besoins d'ordre moral, — l'amour du beau, le sentiment religieux, la curiosité d'apprendre, l'ambition

d'éclairer ses semblables, de veiller sur leurs intérêts, de conquérir leurs suffrages; tous ces mobiles enfin qui ont créé les arts d'agrément, les temples, les monuments de la pensée pure, les œuvres de la politique, et dont l'ensemble fait la raison d'être des grandes villes, par l'irrésistible attraction que ces masses de pierres exercent autour d'elles.

Pendant cette phase, du reste, les besoins matériels vont s'exagérant, au point de transformer radicalement toutes les industries qui les alimentent. Ces industries avaient déjà été améliorées par les besoins nouveaux de l'homme, passant de la cabane à la maison et du village à la petite ville. Déjà la nécessité des grands outils et des méthodes de travail collectives s'était fait sentir : on avait remplacé en partie le bois par la pierre et par le fer; chaque habitant n'en était plus réduit à filer, à tisser et à coudre lui-même ses vêtements; des cultures plus rationnelles et l'élève du bétail devenaient d'une nécessité impérieuse pour

assurer l'alimentation des nouveaux centres. Mais la production ne pouvait être vivifiée dans sa racine même, que par la naissance des grandes villes, par la diffusion des logements qui appartiennent au cinquième type. L'habitation vaste, bien éclairée, confortable, ornée de décorations extérieures, suppose en effet le concours d'un nombre immense de travailleurs : ces travailleurs, il faut les vêtir et les nourrir : il faut aussi faire voyager les produits de leur industrie. Or, toutes ces fonctions supposent, à leur tour, un nombre considérable d'objets inventés, construits, perfectionnés, renouvelés incessamment, toujours à l'œuvre et toujours en voie d'être améliorés.

Les progrès réalisés dans le logement nous amènent ainsi à étudier la marche des trois industries du vêtement, de l'alimentation et des transports, — industries dont le développement tient surtout à ce que les hommes ont perfectionné et rapproché leurs demeures.

CHAPITRE IX

LE VÊTEMENT

Les Grecs et les Romains manquaient de linge. De là, peut-être, la place considérable que tient le nu, dans l'art et dans l'éducation physique de ces deux grands peuples. On comprend que, sous l'heureux climat de la Grèce et de l'Italie méridionale, cette pénurie n'ait apporté aucune entrave au développement de la civilisation antique. Cette civilisation, d'ailleurs, tenait peu de compte du bien-être des

masses. Elle n'y songeait pas, et il faut bien l'en excuser. D'abord la sympathie collective est un sentiment qui s'éveille fort tard dans les sociétés d'hommes. En second lieu, il n'existait alors aucun des instruments qui nous donnent aujourd'hui la puissance de réaliser ce bien-être. Le monde antique ne pouvait comprendre le sens du mot Démocratie comme le comprend le monde moderne. Ce que nous poursuivons aujourd'hui sous ce nom est véritablement un idéal nouveau. Il ne s'agit plus du gouvernement de la société par telle ou telle classe, à l'exclusion de telle ou telle autre. Nous cherchons l'Universel. Nous voulons que ce qui est bien sur un point du globe, soit bien partout. Nous allons jusqu'à effacer, dans les choses de première nécessité, les différences qui proviennent du sol, du climat, de la saison et de mille autres accidents. De là l'immense développement que prend chaque jour la grande industrie, dont le rôle est de produire toujours davantage, afin de rendre

accessibles à des masses de plus en plus nombreuses, toutes les choses qui étaient forcément autrefois le partage de quelques privilégiés.

Parmi ces choses, le vêtement tient une grande place. Nous avons déjà vu l'influence qu'ont exercée sur la civilisation les progrès accomplis dans la manière de se loger. La manière de se vêtir n'a pas une importance moindre. A Athènes et à Rome, la plèbe prenait part aux affaires publiques, bien qu'elle fût à moitié nue ou couverte de haillons : mais dans le nord de l'Europe, à la même époque, la plèbe était réduite à ne pas sortir de ses tanières. Tandis que la misère n'est point un obstacle à l'épanouissement de la civilisation dans les pays du soleil, on la voit au contraire opposer aux progrès les plus simples une barrière infranchissable, dans les régions moins favorisées. Or la puissance productive permet précisément d'égaliser les conditions entre toutes les parties de la terre habitées par l'espèce humaine ; —

résultat qu'elle obtient surtout au moyen de l'outillage dont elle dispose.

Si le linge manquait aux anciens, comme il manque aujourd'hui encore à tant de peuples arriérés, ce n'est pas que la laine, le chanvre, le lin, la soie, leur fissent défaut. Depuis un temps immémorial, ils étaient en possession de troupeaux et de méthodes de culture qui leur fournissaient en abondance la matière première. Ce qui leur manquait, c'était l'art de mettre en œuvre ces substances avec rapidité. La durée de la confection d'une robe ou d'un manteau, d'un tapis et même d'un simple voile de femme, devait être considérable, si nous en jugeons par les récits d'Homère. L'atelier ne s'agrandissait pas, il ne franchissait pas le seuil du foyer domestique, parce qu'on n'avait point encore imaginé ces ingénieuses machines qui permettent aujourd'hui de concentrer la fabrication et de produire en un jour, sous un même toit, plus d'étoffe qu'il n'en eût fallu, par exemple, pour vêtir, pendant un siècle

ou deux, tous les habitants de l'île d'Ithaque.

Il est une matière qui a contribué plus que toutes les autres à former l'outillage de l'industrie du vêtement, et qui va nous servir à apprécier quelques-uns des progrès réalisés dans cette branche de la puissance productive : c'est le coton. La raison d'une telle influence est dans l'extrême bon marché de cette fibre, qui fournit vraiment le tissu du peuple. Ni la Grèce, ni Rome n'ont fait entrer le coton, d'une manière courante, dans les usages domestiques. Il n'en a pas été de même en Asie. Dès la plus haute antiquité connue, l'on a fabriqué, au-delà de l'Indus, des tissus de coton, les uns unis, les autres à fleurs. Hérodote désigne manifestement cette substance parmi les produits de l'Inde, lorsqu'il dit : « ..... des arbres sauvages qui, pour fruit, portent une espèce de laine plus belle et meilleure que celle des brebis; les Indiens s'habillent avec la laine qu'ils recueillent sur ces arbres. » Ezéchiel en parle aussi dans le ta-

bleau qu'il trace du négoce de Tyr. La description que fait Hérodote du corselet d'un roi d'Egypte donne à penser que la chaîne de l'étoffe était de fil de lin, la trame de fil de coton et d'or. Nous ne parlerons pas de l'existence du coton dans les bandelettes des momies égyptiennes, parce que les avis sont partagés sur ce point. Enfin, si nous sortons de l'Inde et du bassin de la Méditerranée, nous retrouvons le précieux tissu employé depuis longtemps chez diverses peuplades, notamment parmi les nègres du Bénin et les peaux-rouges de l'Amérique centrale. A toutes ces époques, cependant, et dans tous ces pays, la fabrication du coton languit parce que les instruments perfectionnés manquent. Il en est de même en Chine, où la culture du cotonnier et la fabrication des cotonnades ont acquis aujourd'hui un si grand développement, après avoir été, jusqu'au XIIIe siècle, l'objet de l'indifférence la plus grande.

Ici, comme en bien d'autres circonstances,

l'Europe est la dernière venue, et en même temps c'est elle qui a conduit le plus loin la nouvelle industrie. Notre continent est la seule des cinq grandes divisions du globe, où la culture du coton ne soit pas susceptible d'une grande extension ; mais, en revanche, les Européens ont donné le plus vigoureux élan à cette culture, en inventant la haute navigation et les arts mécaniques : — ceux-ci, chargés de transformer rapidement la matière première ; celle-là fournissant les moyens de transport qui permettent de l'aller chercher au loin.

Le coton est venu d'Orient en Occident, vers l'époque des croisades. Les premiers vêtements de ce tissu qui furent signalés en Europe figuraient comme objets précieux dans les testaments. Ces étoffes se sont aujourd'hui vulgarisées à un tel degré, qu'elles forment partout la livrée de la misère. Venise paraît avoir commencé le tissage du coton au commencement du XIII[e] siècle : mais pendant longtemps les manufactures vénitiennes s'alimentèrent

probablement de fils étrangers à l'Europe, car les quelques balles de coton brut qui furent apportées par Christophe Colomb, à son retour d'Amérique, causèrent une surprise universelle. En France, la même industrie existait déjà sous le roi Louis IX : dans le livre des métiers d'Etienne Boileau, on voit figurer les *chapeliers en coton*, qui fabriquaient la bonneterie de coton et de fil de laine.

Les documents s'accordent peu sur l'époque de l'introduction de cette branche de travail dans la Grande-Bretagne; mais tous placent le point de départ de ses transformations dans la seconde moitié du XVIIe siècle. Macaulay nous apprend que, sous Charles II, en 1685, l'on importait le coton de Chypre et de Smyrne à Manchester, depuis cinquante ans; mais que cette branche de travail était alors dans l'enfance. « La somme totale des importations annuelles, dit-il, ne s'élevait pas à deux millions de livres sterling, quantité qui ne suffirait pas, de nos jours, à la demande de quarante-huit

heures. » Cette citation fixe nettement les idées touchant la rapidité avec laquelle s'est effectué le progrès, dans la catégorie des arts utiles qui nous occupe.

Les premières machines à filer le coton que nous ayons employées en France furent établies à Amiens en 1773. A cette époque, l'usage des cotonnades et surtout des étoffes peintes, dites *indiennes*, s'introduisait dans toutes les classes ; il en résultait une impulsion extraordinaire dans la fabrication, aussi bien chez les Anglais que chez nous. La conséquence de ce mouvement fut l'invention d'un système de filage qui donna immédiatement à l'Europe une énergie productive très-supérieure à celle dont l'Asie avait eu jusqu'alors le privilége. Il y a un siècle à peine, les outils employés au filage se bornaient au fuseau et au rouet, dont on ne se sert plus guère aujourd'hui que dans nos campagnes et chez les Asiatiques. La matière, avant d'être soumise à l'action de ces engins primitifs, était travaillée,

époussetée, rendue flexible et rangée en nappe, au moyen d'autres engins plus primitifs encore, tels que les baguettes, la claie, la carde à la main, identique à celle dont se servent nos matelassières. On se fait une idée de la perte de temps qu'entraînait l'usage d'un tel attirail. En 1773, les artisans de notre pays cardaient généralement encore à la main et filaient au grand rouet. C'est vers cette époque que parurent les premières machines cylindriques à carder le coton, et les plus anciens métiers à filer avec broches multiples. Ces métiers, malgré leur imperfection, furent le point de départ de la filature automatique, dont nous avons fait, plus tard, l'emprunt aux Anglais, Le nouveau système de filage se répandit en Angleterre vers 1787. Comme il opéra aussitôt sur des masses de matière brute considérables ; comme nos voisins, plus sensibles que nous au bien-être matériel, disposaient, dès cette époque, d'un marché intérieur abondant et d'un grand nombre de débouchés, l'outillage

nouveau dut être perfectionné par eux sans retard, afin de pouvoir satisfaire à des exigences toujours croissantes.

L'un des traits caractéristiques du XVIII[e] siècle, en Europe, c'est la transformation du vêtement. L'énorme fortune que firent, en si peu de temps, Arkwright et les filateurs à la mécanique, le rapide accroissement de richesse que l'industrie des tissus procura à la ville de Manchester, montrent à quel point le monde civilisé avait besoin de se vêtir au moment où le génie des mécaniciens européens lui en fournit la possibilité. Les rêves de bonheur social que l'on vit se produire à cette époque n'auraient pas eu leur raison d'être dans les siècles précédents, parce que l'idée d'améliorer le sort des masses ne pouvait alors être appuyée d'aucun exemple. Les matières premières étant rares et les procédés de fabrication très-lents, le prix de revient de toutes choses rendait la plupart des produits inaccessibles au grand nombre. Dans un tel milieu, parler de progrès univer-

sel comme nous en parlons aujourd'hui, c'eût été absolument prêcher dans le désert. Le XVIIIe siècle se distingue de tous les autres, en ce que, pour la première fois, on vit se produire, à côté des aspirations généreuses les plus abstraites, les moyens les plus concrets de réalisation. Il y eut sans doute encore une disproportion énorme entre l'idéal de la société nouvelle et ses moyens d'action ; mais au moins, le cercle des fatalités sociales fut déchiré et l'on put entrevoir la bienfaisante influence des choses matérielles sur les idées pures. La rapidité acquise au progrès, à partir de cette époque, va désormais s'accélérant, parce que les idées nouvelles engendrent de nouveaux besoins qui suscitent de nouveaux outils, lesquels viennent à leur tour servir les idées avec une efficacité plus grande.

Pour terminer ce que nous avons à dire de l'industrie du vêtement, rapportons quelques exemples de progrès accomplis dans cette branche de la production. En France, les frais

de fabrication d'un kilogramme de fil de coton, qui s'élevaient à 10 fr. il y a trente ans, tombaient à 2 fr. 45 cent. dix ans plus tard. Ils sont aujourd'hui au-dessous de 1 fr. L'ancien fuseau produisait moins de coton filé qu'une broche n'en produit aujourd'hui; or les établissements de 30 et 40 mille broches sont nombreux dans notre pays; c'est .donc à peu près comme si l'on avait réuni 40 ou 50 mille fileuses sous un même toit. On pourrait citer telles fabriques de toile, de Manchester et de Glasgow, qui livrent annuellement 40 millions de mètres d'étoffe, soit une longueur suffisante pour servir de ceinture au globe terrestre. Il existe dans le Yorkshire, aux environs de Bradford, une manufacture qui occupe plus de trois mille personnes et est consacrée à la production de certains tissus, comme la laine peignée, dite *orléans*, l'alpaga et le poil de chèvre. La matière qu'il s'agit d'élaborer, pénètre dans cet établissement telle qu'elle a été coupée sur le dos de la bête, et elle en sort

bientôt à l'état de tissu propre à l'habillement.

Ce prodigieux accroissement de la puissance productive a été réalisé surtout par l'automatisme des mouvements mécaniques et par la division du travail. Deux sortes de produits ont mis particulièrement en évidence la fécondité du principe économique de la division du travail : ce sont les boutons et les aiguilles. A la fin du siècle dernier, l'on n'exécutait guère dans les manufactures que les boutons métalliques destinés à l'armée. Les boutons de soie, de velours ou de drap se faisaient chez les tailleurs et même dans les ménages. Toute industrie, en effet, a commencé par être domestique : le foyer, dont nous avons constaté l'apparition pendant la période sociale de la cabane, peut être considéré comme le berceau de toute fabrication. Les boutons se firent donc, à l'origine, au foyer domestique. On se servait pour cela de moules de bois ronds et concaves, obtenus d'abord à la main et plus tard au tour à pied. Or, chacun peut visiter, dans les environs

de la Bastille, une usine qui fabrique journellement douze cent mille boutons. D'après un calcul approché, fait à l'époque de l'exposition universelle de 1862, il ne serait pas sorti de cet établissement moins de six cent mille variétés de boutons depuis cinquante années. Sur ce chiffre, les boutons d'uniforme et ceux dont les dames se servent pour leur toilette représentent un assortiment innombrable de formes et de substances. L'Espagne, dit-on, est le pays de l'Europe dont les boutons d'uniforme présentent le plus de luxe et de variété. Grâce à des mécanismes aussi rapides qu'ingénieux, les boutons de métal blanchi, dont il est fait un si grand usage pour nos pantalons, ne reviennent pas à plus de 30 centimes les douze douzaines. Les boutons de porcelaine que l'on met aux chemises peuvent être vendus par les fabricants au prix fabuleux de 1 centime les seize boutons.

La fabrication des aiguilles a réalisé aussi des merveilles bien connues. En outre, la

branche de l'industrie du vêtement qui a trait à la couture a été renouvelée, dans ces dernières années, par l'invention de la machine à coudre. Cette machine est poussée maintenant à un degré de perfection qui lui permet de travailler le cuir aussi bien que les tissus les plus fins. Elle s'est introduite partout, dans la fabrique et au foyer. En 1862, l'on estimait que, pour le percement des matières dures, elle remplit l'office de vingt-cinq hommes. Pour la couture ordinaire, elle remplace dix ouvriers, et cependant le dernier mot de cette industrie est loin d'être dit.

Le vêtement ne saurait être complet sans la chaussure, et comme le peuple ne peut encore porter que des chaussures communes, un grand intérêt s'attache aux progrès de ce genre de fabrication. Il y a aujourd'hui des manufactures de fondation récente qui produisent plusieurs milliers de paires de souliers par jour. Dans ces fabriques, la production est outillée de manière à permettre un tour de

force comme celui-ci : un visiteur entre, on lui fait écrire son nom sur un morceau de cuir, et lorsque la visite est terminée, on rend à l'étranger un soulier achevé, dont la semelle est ce même morceau de cuir. En moins de deux heures, il a été possible de parfaire un travail qui, exécuté de main d'homme, aurait exigé deux jours au moins de la part d'un ouvrier des villes, et une semaine de la part d'un paysan.

Dans ce rapide exposé des progrès réalisés par l'industrie du vêtement, nous avons constaté la part décisive qu'ont prise à ce résultat la mécanique et la haute navigation. Mais l'impulsion que l'outillage automatique des manufactures de tissus a imprimée, vers le XVIIIe siècle, à cette industrie, a été renforcée encore par l'adjonction de la machine à vapeur, — machine qui a permis de tirer des mécanismes nouveaux un parti qu'il était impossible de soupçonner tout d'abord. C'est ainsi que la télégraphie électrique a permis,

de son côté, d'exploiter les chemins de fer avec une aisance et une rapidité que ne prévoyaient pas, en 1829, les inventeurs de ce merveilleux agent.

Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point, à propos des perfectionnements successifs dont l'industrie des transports a été l'objet. Mais il nous faut auparavant rappeler quelques-unes des vicissitudes de l'histoire de l'alimentation, parmi les grandes masses d'hommes.

CHAPITRE X

L'ALIMENTATION

Prenons le pain comme premier exemple, et n'envisageons, dans la fabrication de cet aliment, que la mouture du grain. Pour se faire une idée des progrès qu'il a fallu réaliser avant d'arriver au mode de panification usité dans les villes européennes, que l'on se transporte dans ces mêmes villages des Karpathes où nous avons déjà trouvé les diverses variétés de la cabane. Les populations qui ha-

bitent ces villages se nourrissent plus mal encore qu'elles ne se logent. La viande leur est à peu près inconnue : à peine en font-elles usage une fois l'an. Ces Slaves appartiennent à la race ruthène, et, comme nous l'avons déjà dit, leurs mœurs sont presque immobiles, — ce qui leur donne une valeur inappréciable comme sujets d'observation. La principale nourriture du Ruthène est un pain d'avoine, sans levain, dont la croûte est brûlée tandis que l'intérieur de la pâte est resté humide. Dans chaque ménage, le grain est écrasé entre deux pierres, à la main ; — c'est la méthode qu'employaient les peuples de l'antiquité, méthode qui nécessitait l'institution de l'esclavage pour subvenir à la subsistance des grandes villes. Il y a bien çà et là, sur le bord des cours d'eau, des meules mises en mouvement par des roues hydrauliques. Mais ces industries ne sont point alimentées par le paysan, qui reste fidèle à l'ancien système : les habitants des villes ou des gros villages envoient seuls leurs

sacs de grains au moulin. Chose triste, le Ruthène tient à ce pain d'avoine, si mal pétri et dont la cuisson laisse tant à désirer. Il arrive encore, dans certains hameaux, que si un paysan trop raffiné veut abandonner cet aliment pour en adopter un meilleur, — le pain de seigle, par exemple, — sa cabane est incendiée sans pitié. Le pain de seigle est un objet de luxe : on le vend aux citadins, on le donne en présent à l'Église; mais c'est le comble de l'esprit d'innovation et d'indépendance que de vouloir le manger. L'égalité dans la misère est une formule qui règne aussi aux Karpathes, et ce trait, que l'on rencontre sous tant de formes, en tant de pays, laisse voir combien la privation des choses de première nécessité est funeste aux mœurs elles-mêmes. Non-seulement elle fait obstacle au progrès, en privant les hommes des moyens d'action matériels qui leur sont indispensables pour s'élever; mais elle s'y oppose encore d'une façon plus redoutable, par les idées fausses qu'elle en-

gendre et les préjugés farouches qu'elle enracine dans les cœurs.

Les agglomérations humaines ont successivement appliqué à la mouture des grains : la force musculaire de l'homme et celle des animaux, l'action du vent, les chutes d'eau, la vapeur. Aucune de ces forces n'a supprimé celles qui servaient déjà au même usage, mais elles sont venues s'ajouter les unes aux autres, chacune ayant sa fonction à remplir dans le milieu qui lui était approprié (1). Si l'on étudie leur répartition à la surface de l'Europe, on voit qu'elles se distribuent suivant l'ordre de densité des populations. Dans les pays couverts de villages et contenant un très-petit nombre de villes disséminées de loin en loin, la force musculaire de l'homme et celle des animaux sont les moteurs le plus généralement em-

(1) Plus d'une fois dans la suite, nous aurons l'occasion d'insister sur ce principe, désormais incontestable, que le progrès se fait par l'adjonction de forces nouvelles, et non par la suppression des forces anciennes.

ployés. L'action du vent et les chutes d'eau interviennent dans les contrées où il s'est formé des sociétés plus denses ; où les cabanes, par conséquent, disparaissent peu à peu devant les maisons. Enfin, les grandes villes et surtout les capitales comme Vienne, Paris, Londres, Saint-Pétersbourg, Berlin, sont obligées de faire appel au travail plus expéditif et moins irrégulier, de la vapeur d'eau.

Ainsi, la réduction du grain en farine s'opère aujourd'hui de cinq manières.

D'abord en écrasant le grain entre deux pierres, — c'est le mode le plus primitif, celui qui paraît avoir été employé dès l'antiquité la plus reculée. Puis, par les moulins à bras ou à manége d'animaux, — système dont il est souvent question dans la Bible et dans l'Odyssée, et qui subsiste encore, appliqué à la mouture du sarrasin, dans les fermes de quelques-uns de nos départements de France. Enfin, par les moulins à eau, à vent et à vapeur.

L'usage des moulins à eau paraît être fort

ancien : ces machines étaient déjà connues des Romains au temps où vivait l'architecte Vitruve, mais elles se trouvaient à l'état d'exception et les esclaves partageaient encore, avec les animaux, la dure tâche de faire tourner les moulins à bras. Ce fut, dit-on, une impérieuse nécessité qui conduisit à utiliser la force motrice contenue dans la chute du Tibre : sous Justinien, la ville de Rome étant assiégée par les Goths, Bélisaire fit construire sur le fleuve un certain nombre de moulins à nef, pour suppléer au manque de bras. L'histoire est pleine de ces enseignements : dans une foule de circonstances, les maux de la guerre ont conduit à quelque heureuse application du génie industriel. Il faut toujours que le progrès trouve sa voie ; l'instinct destructeur lui-même sert à l'accroissement de la puissance productive.

Les moulins à vent étaient connus des Arabes vers le septième siècle de notre ère, et ils paraissent avoir été introduits, un peu plus

tard, d'Orient en Europe. Bien qu'ils ne restituent qu'une faible partie du travail moteur du vent, et que les jours de chômage soient nombreux dans l'année, ces engins sont encore très-répandus, à cause des services qu'ils rendent dans les pays plats, où il n'y a presque point de cours d'eau. C'est ce qui explique leur origine, car l'Arabie est précisément une contrée placée dans ces conditions. Pour la même raison, la grande plaine Baltique est la partie de l'Europe où ces machines sont le plus nombreuses : on rencontre, en allant de Berlin vers le grand-duché de Posen et la Russie, de véritables villages de moulins à vent. Ces moulins ne servent pas tous à faire de la farine : les uns broient des grains, d'autres servent au sciage des bois, à l'élévation des eaux d'alimentation et d'arrosage, car, il est très-fréquent, dans l'ordre des arts utiles, de voir une invention faite d'abord en vue d'un seul résultat à atteindre, servir bientôt à réaliser plusieurs progrès distincts.

Les moulins à vapeur sont naturellement les derniers venus; mais à cause des avantages qu'ils offrent, ils tendent à se généraliser. Le premier de ces avantages, c'est la continuité d'action, qu'on ne retrouve dans aucun des systèmes précédents; le second, la rapidité du travail, qui peut être poussée très-loin, pour peu que l'on dispose d'une machine assez forte. De tout cela il résulte que le dernier système est essentiellement approprié au travail de la mouture dans les grandes villes; aussi l'avons-nous vu s'introduire d'abord dans les manutentions qui fabriquent le pain des hospices et des casernes.

La difficulté de pourvoir à l'alimentation des grands centres populeux ne se produit pas seulement pour les substances que l'on mange. L'eau que l'on boit soulève les mêmes questions que le pain, au point de vue de la puissance qui permet, non de la produire, mais de la mettre, en quantité suffisante, à la disposition de chacun. Les habitants de Paris, jusqu'au

règne de Philippe-Auguste, puisèrent directement dans la Seine l'eau qui leur était nécessaire, comme le font encore tous les peuples primitifs. A la fin du XIIe siècle, il n'y avait dans la capitale que trois fontaines, alimentées par les deux sources de Belleville et des Prés-Saint-Gervais. Cela dura ainsi pendant quatre siècles, et cependant ces deux sources ne donnaient pas ensemble 300 mètres cubes d'eau par jour. En déduisant les prélèvements opérés pour le compte du Roi, pour les concessions faites aux riches monastères et aux seigneurs de la cour, cela correspondait à peu près à une ration de un litre par jour et par habitant. Aussi, comme l'observe Dulaure, la ville de Paris était-elle dans ce temps « un cloaque impur où, l'eau, l'air et l'espace manquant, la vie des habitants était livrée à toutes les chances d'une mortalité rapide. » La pompe de la Samaritaine, établie par Henri IV, améliora un peu cet état de choses : en quatre siècles, la ration s'était élevée à cinq litres. L'aqueduc d'Ar-

cueil, dû à Louis XIII, et la pompe du pont Notre-Dame, construite sous Louis XIV, portèrent l'approvisionnement de la ville à 18,000 mètres cubes d'eau par jour : c'était 600 fois l'approvisionnement dont on disposait sous Philippe-Auguste. Mais la population de Paris avait augmenté, depuis lors, dans des proportions énormes. Du reste, la meilleure part des ressources nouvelles profitait toujours aux privilégiés ; de telle sorte que la ration d'eau, par jour et par habitant, ne s'élevait encore qu'à sept litres. Au moment où éclata la Révolution française, ce chiffre était de neuf litres. Depuis cette époque, il est successivement monté à douze et vingt-quatre litres. Les travaux récemment entrepris pour améliorer cette branche du service public mettent en œuvre toutes les ressources de l'art de l'ingénieur : il faut capter des sources, faire passer les conduites d'eau à travers des vallées, distribuer enfin cette eau à domicile. On évalue qu'après l'achèvement de ces travaux, chaque habitant

disposera de quarante litres par jour, indépendamment des masses d'eau charriées pour les diverses catégories d'établissements et de promenades situées dans la dépendance de la capitale. La comparaison de ce résultat avec celui que l'on avait obtenu au XI[e] siècle donne une mesure de l'accroissement de la puissance productive dans ce genre de travail : et il faut observer que déjà, sous Philippe-Auguste, ce dut être un immense progrès pour nos aïeux, que de pouvoir recueillir l'eau de trois fontaines publiques, sans être obligés de la puiser à la Seine. C'était l'un des traits les plus caractéristiques de la vie sauvage, qui s'effaçait ainsi des mœurs des Français.

Pour ajouter un sujet de comparaison à ce qui précède, nous évaluerons à quarante litres la quantité moyenne d'eau, par jour et par habitant, qui doit être absorbée en dehors du service privé, par les promenades et les établissements publics de Paris : cela donne un total de quatre-vingts litres pour les deux ser-

vices réunis. Or, il résulte de ce chiffre et d'un rapport officiel publié à Vienne, en 1864, par la commission des eaux du conseil municipal de cette capitale (1), que l'on peut grouper les principales villes civilisées dans l'ordre suivant, eu égard au volume d'eau que consomme journellement chacun des habitants de ces villes, — en y comprenant le service public et le service privé, et en commençant par les villes qui sont le mieux partagées sous ce rapport :

ROME MODERNE — NEW-YORK — CARCASSONNE — BESANÇON — DIJON — GLASGOW — MARSEILLE — BORDEAUX — GÊNES — CASTELNAUDARY — LONDRES — PARIS — NARBONNE — TOULOUSE — GENÈVE — PHILADELPHIE — GRENOBLE — VIENNE (Isère) — MONTPELLIER — CLERMONT — EDIMBOURG.

Il est remarquable que Rome occupe la

(1) *Le titre du Mémoire est* : Bericht über die Erhebungen der wasser versorgungs commission des Gemeinderathes der stadt Wien.

tête de cette liste, mais on se l'explique par les travaux hydrauliques gigantesques dont la Rome ancienne avait été le théâtre, et qui pourvoyaient aux besoins d'une population de près de 2 millions d'habitants, — travaux dont quelques-uns, sans doute, sont détruits, mais qui fournissent encore à une population de moins de 200,000 âmes les eaux de sources nombreuses et puissantes. Contrairement à ce qui est la loi générale, on voit ici l'énergie productive diminuer d'une manière absolue, mais augmenter en réalité par le fait d'une réduction considérable de la consommation. Chaque Romain dispose aujourd'hui d'un volume d'eau onze fois plus élevé que celui dont disposera chacun des habitants de Paris, lorsque tous les travaux de distribution projetés seront terminés.

Si nous voulions compléter ce rapide exposé des progrès survenus, à travers les âges, dans les substances et les procédés qui servent à l'alimentation, il faudrait montrer l'influence

que le perfectionnement de l'agriculture a exercée sur le travail de la terre et la production de la viande, décrire les divers genres de cuisson des aliments qui caractérisent les différents états sociaux connus, et surtout étudier l'action des grands centres populeux sur le mouvement des subsistances. Arrêtons-nous seulement sur ce dernier sujet, qui va nous conduire à examiner les moyens de transport dont les hommes ont fait usage à des époques différentes.

CHAPITRE XI

LES TRANSPORTS

Déjà, lorsqu'il s'est agi de l'industrie du vêtement, nous avons constaté l'influence que la navigation a exercée sur cette industrie. Sans la navigation, en effet, nous serions vêtus aujourd'hui en Europe comme l'étaient nos ancêtres de l'âge de pierre. Mais en matière d'alimentation, le rôle des transports devient encore plus important. L'histoire contemporaine en fournit la preuve. Nous avons assisté

dans ces dernières années, à une disette de coton en Europe, — disette qui avait pour cause le blocus américain, c'est-à-dire la privation de transports maritimes suffisants. Les misères qui en sont résultées dans quelques villes manufacturières ont été affreuses, sans doute; mais la charité publique et la noble résignation des classes atteintes par le mal en sont venues à bout; quelles qu'aient été les souffrances endurées, l'homme a été plus fort que la calamité. Supposons maintenant que la même cause d'insuffisance des transports maritimes, au lieu de porter la disette sur le coton, l'eût portée sur le blé, les farines et les pommes de terre; que la plus grande partie des moulins à eau, à vent et à vapeur, employés à la mouture des grains, se fussent arrêtés comme se sont arrêtés en si grand nombre les broches et les métiers à tisser le coton. Pour conjecturer ce qui fût survenu alors, il faut se souvenir des effroyables scènes de famine dont l'histoire du passé est remplie. Et cependant ces famines

étaient localisées dans certains pays, tandis que celle dont nous supposons l'existence eût étendu ses ravages à l'Europe entière.

Le monde ancien a vu des maux sans nom, causés par l'insuffisance des transports affectés à l'alimentation publique. L'Annone romaine, cette administration qui était chargée de l'approvisionnement, de la vente et de la distribution gratuite du blé, ne possédait pas seulement des magasins sur les lieux de production et des greniers dans Rome; elle avait encore une flotte à elle pour le transport des grains de la Sicile, de la Sardaigne et de l'Egypte. Aussi longtemps que les vaisseaux n'étaient pas retenus loin des côtes d'Italie par les vents contraires, tout allait bien : mais la populace grondait et les empereurs étaient pris d'inquiétude quand la flotte n'arrivait pas. Un tel système nous paraît aujourd'hui absurde, parce qu'il est condamné par les vrais principes de l'économie politique : autrefois il était dans la nécessité même des choses, et il

ne lui a manqué, pour fonctionner sans encombre, que l'invention de la machine à vapeur. Si la flotte de l'Annone avait été composée de bateaux semblables à ceux qui desservent aujourd'hui, par tous les temps et avec une ponctualité merveilleuse, les ports de la Méditerranée, il est certain que beaucoup de famines auraient pu être évitées à Rome. Hâtons-nous d'ajouter, afin qu'on ne se méprenne pas sur le sens de notre hypothèse, que le progrès dont il est ici question était absolument irréalisable au temps où florissait l'Annone : l'état intellectuel du monde civilisé à cette époque ne permettait en aucune façon l'avénement des sciences expérimentales, qui pouvaient seules, comme nous le verrons plus loin, conduire à la découverte de la machine à vapeur.

Considérée sous son aspect le plus général, l'industrie des transports est le pivot de toutes les autres. Pour se loger, pour se vêtir, pour se nourrir, les sociétés humaines sont obligées de résoudre journellement ce problème : —

transporter un certain poids, dans un certain temps, d'un point à un autre. Le perfectionnement consiste ici à transporter des poids de plus en plus grands, dans un temps de plus en plus court, à des distances de plus en plus grandes. Le nomade qui vit dans un trou n'a besoin, pour disposer sa demeure, que d'un travail insignifiant en matière de transport : ce travail augmente un peu pour le sauvage qui élève une hutte; il devient assez sérieux pour le paysan qui se donne une cabane; la construction d'une maison de pierre nécessite déjà un mouvement de personnes et de matériaux considérable; enfin les classes supérieures de la société logent dans des habitations dont les parties ne peuvent être façonnées et assemblées qu'au prix d'un immense travail de translation, auquel viennent concourir tous les genres de transport sur terre et sur eau. La même gradation s'observe dans la catégorie du vêtement et dans celle de l'alimentation : toujours on voit la question des trans-

ports acquérir plus d'importance à mesure que l'état social s'améliore. En même temps, si l'on compare entre elles les trois catégories, on constate l'ordre d'accroissement que nous avons déjà signalé : ainsi, tandis qu'en matière de logement on peut, jusqu'à un certain point, s'accommoder de l'insuffisance des moyens de transport, cette insuffisance, au contraire, est désastreuse lorsqu'il s'agit du vêtement, et elle devient mortelle quand c'est l'alimentation qui se trouve atteinte. Dans le premier cas, il n'y a que souffrance pour les industries par suite de perte de temps; dans le second, d'énormes pertes d'argent et de grandes misères; dans le troisième enfin, c'est la perte de la vie qui en est la conséquence. Les Indiens meurent encore aujourd'hui par milliers quand la récolte de riz est mauvaise, parce qu'ils manquent de moyens de transport et ne peuvent, à un moment donné, alimenter les provinces en détresse avec l'excédant des provinces mieux favorisées. Or cet état de choses régnait à

peu près partout en Europe, il n'y a pas très-longtemps. En France même, jusqu'à la fin du siècle dernier, les choses n'allaient guère mieux qu'à Rome au temps de l'Annone. Sous Louis XIV, le gouvernement partageait encore les idées économiques dont le monde ancien s'était si mal trouvé : il existait à Paris un bureau spécial, l'*Administration des blés du Roi*, qui faisait des achats de grains à l'étranger et des ventes à l'intérieur. Plus tard une compagnie célèbre s'organisa pour fournir à l'alimentation de la capitale : on sait qu'elle ne réussit à empêcher aucune disette, et que le mystère dont on eut le tort d'envelopper ses opérations n'aboutit qu'à effrayer la crédulité publique par la prétendue existence d'un pacte de famine, conclu entre Louis XV et les accapareurs. Le seul pacte de famine vraiment redoutable était celui qui résultait de la prohibition des blés étrangers, du manque de routes à travers le pays et de l'absence de mécanismes énergiques, mus par la vapeur, capables

de transporter rapidement, sur terre et sur eau, des poids considérables.

La moindre amélioration apportée au système des transports tourne donc au profit de toutes les industries, à des degrés divers et suivant un ordre hiérarchique bien accusé, selon que ces industries ont pour objet le logement, le vêtement ou l'alimentation.

Dans tout système de transports il faut envisager deux choses : la route et l'engin de traction. Sur mer, la route n'a pas besoin d'être ouverte, quoiqu'il existe, là aussi, des routes déterminées sur lesquelles il est préférable d'engager les engins de traction. Sur terre, le travail le plus difficile est précisément d'ouvrir ces routes, et l'on peut dire que la dose d'énergie laborieuse dont un peuple est doué se révèle dans le plus ou moins d'activité qu'il apporte à l'ouverture des voies de communication dans l'intérieur de son pays. Les peuples artistes et rêveurs se montrent, à cet égard, d'une infériorité notoire vis à vis des peuples

industriels. Le continent américain nous en fournit un exemple. Tandis que les habitants des Etats-Unis ont sillonné leur territoire de chaussées, de chemins de fer et de canaux, les voies de communication font défaut presque partout dans les républiques hispano-américaines. Ce ne sont pourtant ni les avantages du sol, ni les engins de traction qui manquent à ces dernières, car les contrées de l'Amérique du Sud les plus riches et les mieux pourvues de bœufs et de chevaux, sont malheureusement celles où l'on voit le transport des personnes et des produits s'effectuer à dos d'homme, à travers des sentiers à peine tracés dans les bois et sur les flancs des montagnes.

Sur le continent européen, la guerre a ouvert les premières grandes routes. Les Romains en ont établi d'abord, dans tous les pays où ils voulaient faire passer leurs armées. Les voies et les ponts constituaient, chez ce peuple si pratique, l'appareil fondamental de toute action civilisatrice. Les premiers

magistrats sacrés, les *pontifes*, avaient pour fonction l'entretien d'un pont légendaire. Plus tard, cette utile tradition se transmit aux frères pontifes, ordre de religieux hospitaliers que l'on appelait aussi *faiseurs de ponts* et qui s'établissaient au bord des cours d'eau, pour assister gratuitement les voyageurs. A une époque où les communications étaient si rares et si difficiles, il est touchant de voir ces pionniers de la foi reprendre la besogne inachevée des pionniers de la guerre, pour la transmettre plus tard aux pionniers de l'industrie. Ces religieux, qui paraissent être venus des bords de l'Arno, sont les mêmes qui ont construit dans notre pays le pont d'Avignon et le pont Saint-Esprit, sur le Rhône. Au XVI[e] siècle, leur ordre fut sécularisé par suite des abus qui s'étaient introduits dans son sein; mais, dès cette époque, la direction des esprits échappait à la foi, et mille indices annonçaient déjà que le gouvernement de la société européenne allait appartenir à la science.

Bientôt les routes se multiplièrent, surtout dans les pays plats où elles étaient plus faciles à exécuter : comme conséquence, on vit rapidement se développer les grandes capitales, qui s'établissent toujours de préférence dans les plaines. L'action que ces capitales ont exercée en retour, sur tous les genres d'industries, a contribué enfin à ouvrir, de proche en proche, l'accès des pays montagneux. Tel a été, à peu près universellement, le mode de propagation qu'ont suivi les voies de transport, et il est de tous points conforme à la nature des choses.

Ce que nous avons dit de la différence entre les voies de communication, au nord et au midi du continent américain, montre assez que cet élément de la puissance productive ne saurait dépendre de la seule configuration du sol. Nous l'avons déjà vu, à côté de la géographie physique, dont l'influence est considérable à coup sûr, il y a l'homme, qui modifie en bien ou en mal jusqu'à la géographie phy-

sique elle-même. Sous ce rapport, il est impossible de le nier, notre pays s'est laissé distancer par quelques-uns de ses voisins, notamment par l'Angleterre. Au siècle dernier, pendant que les habitants de cette île étaient déjà en possession de routes superbes, nombreuses et bien entretenues, alors que leurs produits circulaient de la mer du Nord à l'Atlantique, portés sur des canaux à grande section abondamment alimentés d'eau, les routes et les voies navigables en France étaient dans une situation pitoyable. Depuis la fin des guerres de l'Empire, tout cela est heureusement changé : nous possédons aujourd'hui un réseau de routes nationales et départementales ; les chemins vicinaux, dont la construction est poussée avec vigueur depuis 1836, représentent aussi un développement imposant ; les canaux commencés sous l'ancien régime et pendant l'Empire ont été terminés, en même temps que la navigation intérieure s'est enrichie du canal latéral à la Garonne, et du canal de la Marne

.u Rhin. Enfin l'on a appliqué aux fleuves et
à la plupart des grandes rivières un système de travaux d'amélioration dont l'industrie des transports a déjà profité.

Les routes et les canaux ne constituent encore que la base du système général des transports. Sur cette base, il faut faire circuler les engins de traction. Ici, le progrès n'est pas seulement dans la dépendance de la géographie physique et de l'aptitude industrielle d'une race : il faut, pour le réaliser, que cette race possède une faculté supérieure, le don d'abstraire. C'est ce don précieux qui a permis aux Européens de tirer parti d'un certain nombre d'observations relatives à la chaleur, — observations bien connues des Asiatiques, mais dont ces derniers n'ont jamais poursuivi les conséquences. Le don d'abstraire, ce pouvoir intellectuel qui permet à l'homme de résumer dans une formule générale, dans une loi, tout un ensemble de phénomènes dont l'enchaînement n'est perceptible que pour l'esprit,

cette faculté a produit les sciences expérimentales, qui sont la conquête européenne par excellence. Une fois que la méthode de découverte des lois a été connue, on l'a fait servir, entre autres recherches, à déterminer certains points obscurs de la théorie de la chaleur. Mais comme le don d'abstraire n'exclut aucunement l'aptitude aux applications pratiques les plus concrètes, à peine ces points obscurs de la théorie étaient-ils élucidés, qu'on les faisait servir à perfectionner les mécanismes déjà connus.

Il faut ajouter que le besoin de ces perfectionnements était universel. Grâce aux progrès survenus dans les trois catégories du logement, du vêtement et de l'alimentation, il s'était élevé en Europe, en Angleterre surtout, des centres manufacturiers très-nombreux. La vie industrielle devenait de jour en jour plus intense autour des laboratoires de la science pure, dans lesquels un petit nombre d'esprits, à l'aide du thermomètre et de quelques figures

géométriques, préparaient l'avénement d'une force nouvelle formidable. Cette force, appliquée d'abord dans les machines à vapeur fixes, eut pour effet immédiat d'accélérer l'intensité de vie industrielle dont nous venons de parler, et de rendre tout à fait insuffisants les engins de traction dont on faisait usage de temps immémorial. Il se produisit alors un de ces phénomènes qui marquent les grands moments de l'histoire de l'Industrie, et appellent de toute nécessité un changement radical dans le matériel du travail producteur. Tandis que, dans l'intérieur des manufactures, ce travail s'effectuait à l'aide de puissants organes de fer mus par la vapeur et infatigables, au dehors les vieux moteurs subsistaient : sur les routes, comme sur les canaux, la traction se faisait toujours à l'aide des muscles de l'homme, du bœuf ou du cheval. Évidemment ces derniers engins ne pouvaient plus répondre aux besoins nouveaux. Le fer et la vapeur franchirent le seuil des

usines; les routes de terre et les voies navigables furent mises en possession de la locomotive et du steamer.

Une seule comparaison fixera les idées touchant l'importance du progrès que réalise la locomotive dans les pays où elle s'introduit. Les marchandises transportées sur les routes ordinaires, par le roulage, coûtaient autrefois et coûtent encore actuellement, en France, 20 centimes par tonnes et par kilomètre. Or, le produit actuel des recettes de nos chemins de fer donne un prix moyen de 6 centimes et demi par tonne ou par voyageur transportés à un kilomètre par la locomotive. La part de recette afférente aux marchandises s'élève annuellement à 300 millions de francs environ : ce qui représente un peu plus de 4 milliards 615 millions de tonnes kilométriques. Afin de sortir de ces grands nombres, prenons pour échelle des distances, non plus le kilomètre, mais la plus grande longueur de la France. En tirant une ligne du nord de Dunkerque

au sud de Prats-de-Mollo, dans les Pyrénées-Orientales, on a, pour grand axe de notre pays, une étendue de 975 kilomètres. C'est donc, à très-peu près, comme si nos chemins de fer transportaient chaque année, à travers la France entière, un poids de 4 millions 615,000 tonnes. Il est clair que cet immense trafic n'aurait jamais pu être ni provoqué, ni effectué, par les anciens engins de traction : mais, en supposant que la chose eût été possible, on voit qu'il en eût coûté 930 millions de francs au lieu de 300 millions seulement qui ont été payés aux chemins de fer pour rendre le même service. L'économie annuelle réalisée par le nouvel engin de traction dépasse donc 600 millions de francs. Cette économie, d'ailleurs, s'accroît d'année en année, et des évaluations récentes permettent de penser qu'elle est bien près d'atteindre 800 millions, — ce qui est la moitié du budget d'un État comme la France ou l'Angleterre.

La comparaison que nous venons de faire

entre les anciens et les nouveaux engins de traction ne porte que sur la civilisation occidentale. En Orient, et même dans l'est de l'Europe, les conditions changent : et cependant le résultat final y est le même que chez nous. On se rappelle que, sur les premiers chemins de fer qui furent construits en Europe, les tarifs s'élevaient au-delà de 12 centimes par tonne kilométrique, même pour le transport des produits agricoles. Or, à la même époque, grâce à des circonstances éminemment favorables, les transports par charretage se faisaient, dans la contrée du Donetz (Russie méridionale), à raison de 11 centimes au plus. Il a donc été permis de croire un instant que le progrès réalisé par les occidentaux, à force d'art et au prix de sacrifices immenses, arrivait à peine à balancer les avantages obtenus sans effort par des populations en apparence mieux partagées. Mais cette opinion a été bientôt contredite par les progrès rapides survenus dans l'exploitation des chemins de

fer : en moins de vingt ans, le prix moyen de la tonne kilométrique transportée par la locomotive a diminué de moitié ; tandis que le développement de quelques exploitations houillères dans le bassin du Donetz a rendu les entrepreneurs de transports de ce pays beaucoup plus exigeants.

C'est que l'économie réalisée par les chemins de fer dans l'ouest de l'Europe est d'une tout autre nature que celle qui est rendue possible par l'état primitif des populations de la Russie méridionale. Dans le premier cas, l'abaissement des tarifs est la conséquence de la création d'un plus grand nombre de lignes, de l'augmentation de la puissance productive, d'un redoublement d'activité industrielle, toutes choses qui ont pour résultats correspondants l'élévation du salaire et un accroissement du bien-être des classes laborieuses. A l'est de l'Europe, au contraire, le bon marché de toutes choses en général et des transports en particulier, n'est dû qu'à l'absence, à peu

près complète, de vie industrielle. Quand une exploitation minière s'établit dans ces contrées, elle bénéficie nécessairement de leur état économique très-arriéré. Ces populations clair-semées, peu soucieuses d'améliorer leur régime matériel parce qu'une longue privation des objets de première nécessité leur a façonné des mœurs immobiles, sont un anachronisme en face des procédés de travail qui viennent s'implanter parmi elles : c'est comme si l'on avait introduit des charrues à vapeur ou des batteuses mécaniques, parmi les paysans français du temps de saint Louis. Il a été facile à ceux qui ont exploité les premiers la houille, dans le bassin du Donetz, d'obtenir la main-d'œuvre à bas prix. Mais à mesure que d'autres exploitants arrivent dans la contrée, tout renchérit, les anciens engins de traction se louent à un prix de plus en plus élevé, et il devient de moins en moins lucratif d'exploiter les richesses naturelles, sans avoir recours aux engins nouveaux.

Une remarque doit ici trouver place. En réalité, ce que nous appelons les anciens engins de traction, — l'homme, le bœuf et le cheval, — n'ont pas cessé de prendre en Europe une part active aux transports. Bien mieux, l'immense mouvement de marchandises que nous traduisions tout à l'heure par des chiffres ne pourrait s'effectuer sans leur concours. Dans l'ensemble du travail accompli, leur fonction est d'en assurer le commencement et la fin. Voici, par exemple, sur la voie du chemin de fer du Nord, un train de deux ou trois cents tonnes de houille qui arrive de Valenciennes à Paris : la masse entière est transportée avec rapidité par les engins nouveaux ; mais il a fallu employer les engins anciens pour concentrer cette masse au départ, et il faudra les employer encore pour la disperser à l'arrivée. Au fond des galeries de la mine, des chevaux aveugles, des hommes, des femmes, des enfants ont roulé de petits wagonnets chargés de houille. Puis, à la gare

Saint-Denis, la force musculaire de l'homme et des animaux est encore nécessaire pour transpôrter le combustible au domicile des consommateurs. De même pour le fer, le bois, la laine, les tissus, pour tout enfin, sans excepter les voyageurs. Les nouveaux engins de traction n'ont donc pas supprimé les anciens, comme on le craignait à l'origine : bien loin de là, ils les ont multipliés. Seulement, un partage s'est opéré entre les deux systèmes : le plus énergique s'est emparé des transports rapides, en grandes masses et à travers de grands espaces; le plus faible a gardé les transports lents, fractionnés en petites masses et sur des étendues peu considérables. Le fer et la vapeur ont pris pour eux le privilége de traverser les continents, tandis que le bois et la force musculaire se concentrent de plus en plus dans les villes.

Comme exception à ce fait général, on peut bien citer les canaux. Sur la plupart de ces voies de circulation, l'on utilise ensemble la

force de l'homme et celle des animaux, pour remorquer les marchandises : mais ce sont là, sans aucun doute, les derniers vestiges de l'emploi des anciens engins pour les longues distances. Les canaux à grande section sont destinés à être, dans un avenir assez rapproché, desservis partout par la vapeur.

Les transports ne s'effectuent pas seulement sur les routes de terre, dans les villes et le long des voies navigables. Nous avons déjà parlé des services qu'a rendus la navigation à voiles aux diverses branches de la puissance productive : il nous reste à dire ce qu'elle a réalisé, depuis qu'elle s'est adjoint, à son tour, la vapeur et le fer.

Le système des transports maritimes a été influencé de deux manières très-distinctes, par l'invention des machines à vapeur. En premier lieu, ces machines ont pu être placées à bord des anciens bâtiments de bois, ce qui leur a permis de s'avancer en ligne droite contre les

vents et les courants et de franchir avec rapidité les zones de calme : il en est résulté une plus grande célérité de marche, et, par suite, un plus grand mouvement de dépêches, de voyageurs et de marchandises. Ce résultat n'a pas été obtenu du premier coup. A l'origine de la navigation à vapeur, les roues à aubes paraissaient devoir être une nécessité inhérente au nouvel engin de traction sur mer ; et comme ces roues avaient changé de fond en comble la forme des corps flottants, il semblait impossible de profiter des avantages de la vapeur, sans avoir à sacrifier les avantages de la voile. Un bateau à vapeur était alors quelque chose de bizarre, une création ambiguë qui perdait toutes ses qualités nautiques pendant les gros temps et n'avait point les qualités des anciens navires pour lutter contre la tempête. Ce fut la phase critique du progrès qui se préparait. Mais bientôt les Américains, en généralisant la vis d'Ericson, ouvrirent les yeux des Anglais et de nos timides compa-

triotes (1) : les navires mixtes firent leurs premiers essais de traversée, et depuis vingt ans il est acquis sans retour que, sur ce point, comme sur tous les autres, la révolution radicale et complète est celle qui s'incorpore les bonnes choses du passé.

Les machines à vapeur ont encore exercé sur l'industrie qui nous occupe une action indirecte dont l'importance est incalculable : elles ont imprimé au travail du fer un élan nouveau, et conduit de proche en proche à adopter ce métal dans la construction des carcasses des navires. Il en est résulté une augmentation nouvelle dans le nombre des transports maritimes, sans parler des conséquences bien connues qui découlent de l'emploi du fer dans les marines militaires de l'Occident. L'ordre d'enchaînement de ces faits nouveaux peut être exposé en quelques lignes. Personne

(1) Le propulseur d'Ericson est de tous points semblable à celui que M. Delisle, capitaine du génie, exposa au ministre de la marine, dans un mémoire écrit en 1823.

n'ignore que les premiers moteurs à feu étaient employés, tant bien que mal, à l'épuisement des eaux qui s'accumulent dans les mines de charbon. Ces moteurs, avant James Watt, laissaient tellement à désirer que l'exploitation des houillères ne paraissait alors appelée à aucun avenir : comme conséquence, la métallurgie du fer languissait, car de tous les travaux industriels, c'est celui qui exige au plus haut degré l'emploi de la chaleur artificielle. Si donc nous tirons actuellement un immense parti des trésors combustibles enfouis sous nos pieds, nous le devons à l'invention de la machine à double effet de Watt. Mais cette machine n'a pas servi à la seule extraction de la houille, — ce qui serait déjà un service inestimable : elle a pris part elle-même au travail mécanique du fer et à l'assemblage des pièces dont se composent les grands outils et les navires. La vapeur, de son côté, a reçu des applications différentes qui ont permis à sa force élastique de pétrir le métal en grandes masses,

omme dans le cas du laminoir et du mar-eau-pilon.

Et c'est ainsi qu'en moins d'un quart de iècle l'industrie des transports maritimes a eçu la plus vigoureuse impulsion qui ait jamais été donnée à aucune branche du travail humain. Il serait impossible de marquer en nombres exacts l'importance d'un si grand mouvement. Un fait récent nous montrera, bien mieux que tous les chiffres, la direction dans laquelle nous entraîne ce progrès nouveau. Depuis dix ans, par suite du développement naturel des choses, les puissances occidentales ont été conduites à substituer le fer au bois dans la construction de leurs flottes. A partir des premiers essais tentés dans cette voie, la lutte a commencé entre l'artillerie et les cuirasses. Dans cette lutte, les métallurgistes ont fait des tours de force incomparables. Mais les tours de force coûtent cher; les budgets des grands États peuvent bien payer les expériences, ils ne sauraient faire l'acquisi-

tion du formidable outillage que ces expériences nécessitent. Pour la première fois dans l'histoire des nations européennes, l'on a pu voir les arsenaux des gouvernements, subalternisés par l'industrie privée. C'est surtout aux États-Unis et en Angleterre que l'évolution est caractéristique : dans ce dernier pays, *tous* les vaisseaux de la flotte cuirassée, à l'exception d'un seul, ont été construits sur les chantiers du commerce. Les *shipbuilders* (constructeurs de navires) de la Mersey, de la Tamise, de la Clyde, de la Tyne et des autres bassins industriels de la Grande-Bretagne, possèdent des établissements qui représentent une valeur de plusieurs milliards de francs ; et comme cette propriété se trouve répartie entre les mains d'un nombre d'actionnaires considérable, on comprend ce que cette seule industrie a créé d'intérêts pacifiques dans l'espace de dix ans.

En résumé, l'adjonction des nouveaux engins aux transports maritimes n'a pas seulement augmenté le nombre et la vitesse de ces

transports, multiplié les relations et les échanges entre les peuples; elle a servi encore à accroître la puissance productive, par cela seul qu'elle est parvenue à intéresser un plus grand nombre d'hommes au maintien de la paix. Ainsi, à mesure que les perfectionnements de l'ordre matériel viennent s'ajouter les uns aux autres, le progrès de la production semble acquérir, à l'égal des corps qui tombent, une vitesse croissante. Il est permis de croire, en outre, que ce progrès lui-même n'est pas sans améliorer l'ordre moral, puisqu'on le voit opposer, à l'état de guerre natif et traditionnel, un faisceau d'intérêts favorables à la concorde.

Ce que nous allons ajouter pour compléter notre exposé des progrès matériels de la puissance productive de l'Homme à travers les temps, nous confirmera dans cette conclusion dernière, qui fait de l'ordre matériel le serviteur de l'ordre moral, — serviteur humble, sans doute, mais indispensable.

L'industrie des transports maritimes se dis-

tingue, au premier abord, de l'industrie des transports terrestres, par l'absence de routes. Pendant longtemps, en effet, les navigateurs modernes n'ont pas soupçonné qu'il existe, à la surface de l'Océan, de nombreuses routes ouvertes par la Nature. La constance des moussons, le retour périodique de ces brises marines le long des côtes de la mer Rouge et dans la mer des Indes, sont des phénomènes que les anciens avaient connus et utilisés. Quand l'astronome Hippale découvrit le fait physique du renversement de la mousson d'été, les marins arabes en tiraient profit depuis plusieurs siècles déjà, notamment pour conserver le monopole du commerce des épices et des parfums de Ceylan, qu'ils vendaient comme épices et parfums de l'Arabie. La découverte d'Hippale amena une véritable révolution dans les transports maritimes, chez les Européens qui vivaient au commencement de notre ère. C'est une amélioration analogue, mais sur une échelle beaucoup plus vaste, qui a été réalisée de nos

jours par les travaux du commandant Maury. A cause de leur immense intercourse et de la position géographique de leur pays, qui s'appuie sur les deux plus grands océans, les Américains étaient plus intéressés qu'aucun autre peuple à trouver les routes maritimes les plus courtes. Pour cela, il fallait comparer entre elles des milliers de routes, suivies par des millions de navigateurs. Cet immense travail a permis de faire pour le globe entier ce qu'Hippale avait fait pour la petite distance qui sépare l'Égypte de la Taprobane. Les *Sailing directions* de Maury (Instructions nautiques) servent aujourd'hui de guide aux marins de toutes les nations. Le résultat économique de l'emploi des cartes de vents et de courants ne s'est pas fait attendre. Il y a douze ans, on supputait déjà que le seul commerce des États-Unis retirait de l'emploi de ces cartes une épargne annuelle de dix millions de francs. Pour les bâtiments à voiles, la traversée de New-York à l'Équateur se trouve abrégée de

dix jours ; celle de la Californie, de cinquante environ. Le voyage d'Angleterre en Australie, qui durait jadis 124 jours en moyenne, n'exige plus que 97 jours pour aller et 63 pour revenir. Le progrès que les *Sailing directions* ont réalisé dans l'industrie des transports maritimes équivaut donc à celui qui eût été obtenu par l'adjonction d'une force motrice nouvelle : voici effectivement un navire qui, en suivant les anciennes routes, restait éloigné du port pendant cent jours ; il suit maintenant les routes nouvelles, et son absence ne dure plus que cinquante jours ; c'est donc comme s'il avait été muni d'un engin de traction assez puissant pour doubler sa vitesse. Ces heureuses conséquences ont entraîné l'adhésion universelle. Dans une conférence tenue à Bruxelles en 1853, les États-Unis, la France, l'Angleterre, la Russie, la Suède et la Norwége, le Danemark, la Hollande, la Belgique, le Portugal, ont arrêté un plan uniforme d'observations météorologiques à la mer, et ce

plan a été bientôt adopté par la Prusse, l'Autriche, l'Espagne, l'Italie et le Brésil. Depuis cette époque, chacun des bâtiments de long cours de ces quatorze puissances est devenu un observatoire flottant, qui enregistre nuit et jour tous les faits de navigation susceptibles de conduire à une connaissance complète des mouvements de l'atmosphère et de la mer.

Ainsi, les progrès matériels survenus dans l'industrie des transports maritimes ont amené comme conséquence dernière un progrès d'ordre supérieur, — la constitution d'une branche importante de la physique du globe. Pour développer cette science, qui rendra de si grands services à l'humanité, il faut encore que le système uniforme d'observations appliqué sur la surface des mers soit étendu à toutes les parties de la terre habitable. Déjà, lors de la conférence de Bruxelles, les Américains avaient formulé cette proposition : mais jusqu'à présent il n'y a pas été donné suite. Seulement, sous la pression de certaines né-

cessités locales, quelques puissances européennes travaillent avec ardeur à organiser, sur leurs propres territoires, le plus grand nombre possible de centres d'observations météorologiques. Dès à présent, ces efforts individuels donnent des résultats féconds. Les principaux observatoires de l'Europe étant reliés entre eux par la télégraphie électrique, il est facile de signaler sur les côtes la marche et l'apparition probable des tempêtes qui se forment au milieu des continents : les marins, prévenus de l'inopportunité du départ, demeurent à l'ancre, préservant ainsi leur existence et le matériel de leur industrie. Or, à mesure que le nombre des sinistres diminue, la production générale augmente, sans compter que l'homme s'accoutume à placer sa confiance dans l'efficacité des procédés scientifiques. De nombreuses stations de pêcheurs sur la côte d'Angleterre ont été munies de baromètres : des matelots intrépides, mais grossiers, savent déjà interpréter le langage de cet

instrument si délicat. L'expérience leur enseigne qu'il y a, dans cet instrument, quelque chose de particulier qui leur a plus d'une fois sauvé la vie; cela suffit pour qu'ils en surveillent les oscillations, et qu'ils deviennent eux-mêmes d'excellents observateurs. Certaines lignes de rivages sont munies de sémaphores permettant de communiquer avec les navires qui passent au large. De la sorte, grâce au perfectionnement graduel des choses qui intéressent les transports maritimes, on peut dire que les *solitudes de l'Océan* reculent devant l'homme. Les continents émergés conversent avec ces prétendues solitudes. Enfin, de nouveaux faits d'une utilité pratique viennent, de jour en jour, grandir aux yeux des moins intelligents, le rôle de la prévoyance collective.

Nous avons prononcé le nom de télégraphie électrique. A ce merveilleux engin de transmission de la pensée, l'industrie des transports est redevable de ses derniers perfectionnements. Chacun sait que l'exploitation des che-

mins de fer, telle que nous la connaissons, eût été impossible sans lui. Il ne sera donc pas sans intérêt d'indiquer d'une manière sommaire jusqu'où cet engin a étendu son domaine et de faire connaître les voies de communication qu'il a permis d'établir entre l'Europe et les autres parties du monde.

En Europe, toutes les capitales et toutes les villes qui présentent quelque importance politique, industrielle ou commerciale, font partie du réseau général, auquel vient s'adjoindre un nombre toujours croissant de localités secondaires. Au 1er janvier 1866, le nombre des bureaux télégraphiques ouverts en Europe était de 7,000 environ. Deux lignes unissent l'Europe à l'Afrique : l'une, qui met la Sicile en rapport avec la Tunisie et les provinces algériennes ; l'autre, qui va de Malte en Egypte. Cette dernière pourra être prolongée directement sur l'Inde, lorsque les hommes de l'art auront trouvé le moyen de préserver un câble marin de l'action des fonds de coraux de la

ner Rouge. L'Asie est reliée à l'Europe de plusieurs manières. Il y a d'abord la ligne de la Russie, du Caucase, de la Perse et de Bassora; puis, celle qui rattache le réseau de la Turquie d'Europe à l'Égypte, par les Dardanelles, Beyrouth, Tripoli, Alep et Jérusalem. Les Indes possèdent déjà 161 stations télégraphiques, dont 4 dans l'antique Taprobane, l'île de Ceylan. En outre de l'itinéraire dont nous venons de parler, les dépêches pour les Indes peuvent encore emprunter les lignes italiennes, traverser l'Adriatique en face d'Otrante, la Turquie d'Europe, la Turquie d'Asie, et venir rejoindre la ligne russe à Bassora. De ce point, la pensée plonge dans les eaux du golfe Persique et du golfe d'Oman, pour atteindre le réseau indien à Kurrachee. Jusqu'à ce jour, c'est la Russie qui est le chemin des dépêches télégraphiques adressées en Chine : ces dépêches suivent les lignes russes en Europe et en Sibérie, jusqu'à la frontière ; de là elles sont portées à Pékin par la poste chi-

noise, qui ne met pas moins de quinze jours pour faire le trajet. Les communications électriques sont, dès à présent, établies entre l'Europe et l'Amérique : avant quelques années, il est presque certain que nous posséderons trois itinéraires pour atteindre le Nouveau-Monde. L'un sera le câble anglais, dont on vient d'opérer l'immersion entre l'Irlande et Terre-Neuve; l'autre, le câble russo-américain, que l'on travaille en ce moment à poser à travers le détroit de Behring et la Sibérie; le troisième enfin, le câble international qui doit longer la côte orientale de l'Atlantique, depuis Lisbonne jusqu'aux îles du Cap-Vert, traverser l'Océan dans la direction du Brésil et remonter la côte occidentale de l'Atlantique depuis Rio-de-Janeiro jusqu'à New-York. Lorsque ces trois lignes seront achevées, les trois grandes races de l'Europe, — germaine, latine et slave, — pourront converser d'un bout du monde à l'autre : chacune d'elles possédera son réseau de câbles marins et ter-

restres; les États-Unis communiqueront avec la Chine et la Russie d'Asie, sans avoir à payer tribut à l'Europe; en même temps, les républiques hispano-américaines seront en relation directe avec le bassin de la Méditerranée, tandis que les Anglo-Saxons de l'hémisphère boréal échangeront entre eux leurs messages, à travers l'Atlantique du nord.

Avant de clore ce rapide aperçu des progrès réalisés dans l'industrie des transports, il nous faut mentionner la part qui revient, dans ces progrès, à l'invention de l'imprimerie. C'est presque une banalité de dire aujourd'hui que l'imprimerie est le véhicule par excellence, l'engin de traction le plus énergique de tous. Un cheval, une locomotive, un navire qui transportent des voyageurs, des lettres et des marchandises brutes ou manufacturées, l'appareil télégraphique employé pour la transmission d'une dépêche ne déplacent en définitive que des choses qui sont essentiellement de l'heure présente. Les voyageurs meurent,

les marchandises sont consommées, et de tout ce mouvement il ne resterait qu'une réserve matérielle plus ou moins périssable, si les livres ne se chargeaient de transporter à travers le temps les matériaux vraiment éternels, ceux qui représentent l'expérience accumulée de nos pères. En mettant au jour les caractères mobiles et en les faisant servir aussitôt à la diffusion des richesses intellectuelles qui avaient échappé au naufrage des trois mondes, Juif, Grec et Romain, l'Europe du xve siècle a vulgarisé les idées d'où sont sorties les méthodes des sciences expérimentales. Or, ces méthodes, que le monde ancien n'avait pas connues, ont affranchi la puissance productive des Occidentaux de la plupart des obstacles qui retiennent aujourd'hui les peuples de l'Asie dans une immobilité relative.

La supériorité de la civilisation européenne sur la civilisation orientale s'explique ainsi. La faculté que nous avons nommée plus haut, le don d'abstraire, faculté indispensable pour

créer les sciences expérimentales, fait défaut, en général, aux hommes qui habitent entre l'Europe et les mers de l'Indo-Chine. Ces hommes sont, plus que nous, observateurs; ils vivent sur un sol d'une richesse incomparable en minéraux, végétaux et animaux utiles; leurs épaules larges, les magnifiques travaux de culture et de canalisation qu'ils accomplissent chez eux, — notamment en Chine, — l'activité patiente qu'ils déploient dans les pays où ils émigrent, disent assez qu'ils appartiennent à une race éminemment laborieuse; enfin, leur prévoyance portée à l'extrême, leur esprit d'ordre poussé jusqu'à la minutie, achèvent de les classer au premier rang des peuples sérieux. Mais ces vertus, qui les ont rendus aptes à produire des états sociaux dont la stabilité nous frappe d'étonnement, sont la raison même de leur infériorité actuelle. Toutes les sociétés humaines doivent être améliorées sans relâche, et, pour les améliorer, il faut des moyens matériels qui se résument finalement

en un certain nombre de forces. Il est certain que les Chinois ont connu, bien longtemps avant les Européens, toutes les forces dont ces derniers ont tiré un si grand parti : — la vapeur, les mélanges inflammables, le magnétisme terrestre qui se manifeste dans la boussole. Or les Chinois n'ont jamais pu donner du ressort à ces forces, que nous savons au contraire emmagasiner et diriger à volonté, depuis que nous avons découvert et formulé quelques lois de physique générale.

L'histoire du progrès matériel se trouve donc étroitement liée à l'histoire des sciences pures. Nous nous trouvons ainsi conduit à faire l'énumération des services que ces mêmes sciences ont rendus aux quatre catégories industrielles dont nous venons d'exposer les perfectionnements successifs. De même que ces perfectionnements nous ont paru se succéder, à l'origine, avec une excessive lenteur, et acquérir pendant ces derniers temps une vitesse de jour en jour plus grande; de même

nous allons voir les sciences et leurs méthodes ne pénétrer d'abord que peu à peu et timidement parmi les procédés du travail humain. Mais bientôt, grâce aux progrès qu'elles engendrent, on les voit s'enhardir, marcher en s'appuyant l'une sur l'autre, multiplier les applications utiles, se perfectionner elles-mêmes à vue d'œil et s'emparer définitivement d'un domaine qui semblait devoir leur rester fermé pour toujours.

CHAPITRE XII

INFLUENCE DES SCIENCES PURES SUR LE TRAVAIL DE L'HOMME.

L'opinion que l'accroissement de la puissance matérielle est lié au progrès des sciences pures, n'a pas toujours prévalu, même chez les hommes les plus éclairés de l'Europe. Sans remonter à une époque très-reculée, on trouve que la plupart des inventions qui ont augmenté l'énergie humaine, ont été longtemps attribuées au hasard; et si l'on s'enfonce un peu

plus vers l'origine des civilisations, on voit que l'esprit des masses n'a jamais manqué de faire honneur à quelque être surnaturel, des procédés qui ont amélioré les moyens d'existence de l'individu et les conditions générales de la vie en société. Triptolème enseigne aux habitants de l'Attique l'art de cultiver la terre et d'obtenir du blé ; mais il tient cet art de Cérès, d'une déesse. Lorsque Homère nous décrit les merveilles de l'âge de bronze en Grèce, il les attribue, comme le faisaient ses contemporains sur la foi de la tradition, à un Dieu : c'est Vulcain qui a forgé les armes d'Achille ; c'est encore le fils de Jupiter qui a ciselé le sceptre d'Agamemnon. Les mêmes croyances naïves se retrouvent dans les premiers poèmes de tous les peuples. Seulement, comme tous les peuples n'ont pas le même génie, chacun d'eux s'est fait une idée différente de la manière dont les divinités ont enseigné aux hommes les arts utiles. Tandis que le génie grec se complaît dans le détail des circonstances char-

mantes qui ont accompagné cette intervention des êtres supérieurs, l'esprit absolu du Sémite les dédaigne au contraire. Dieu ordonne à Noé de construire une arche : c'est péremptoire, c'est une révélation soudaine à laquelle rien ne vous prépare. La race juive a conçu l'apparition des arts utiles sur la terre, comme elle concevait la création du monde lui-même : ses écrivains sacrés ne paraissent pas soupçonner qu'il existe une loi d'accroissement des choses ; pour eux, l'univers a été créé d'un petit nombre de pièces, tel qu'il existe aujourd'hui et tel qu'il existera demain ; pour eux aussi, les diverses manifestations de la puissance productive de l'homme sont apparues à un moment donné, dans toute leur plénitude.

La mythologie polynésienne, qui reproduit l'anthropomorphisme grec, sous des couleurs moins éclatantes, nous fournit un autre exemple de la tendance des peuples enfants à attribuer aux êtres surnaturels les inventions

utiles. Cette mythologie offre cela d'intéressant, que les croyances dont elle se compose ne sont pas éteintes. L'état social qui a vu naître de telles croyances était peu différent de celui que les voyageurs ont observé, de nos jours, dans un grand nombre d'îles de l'Océanie. Les habitants de ces îles croient, aujourd'hui encore, à la réalité des mythes qui se sont formés autour du berceau de leur race, exactement comme nos ancêtres méditerranéens croyaient aux fictions des poèmes homériques. Parmi les légendes des Polynésiens, il en est une qui nous fait connaître l'un des événements les plus importants de la vie de ces insulaires, — l'invention des filets de pêche. On conçoit qu'au milieu d'îles presque entièrement dépourvues de quadrupèdes et d'oiseaux domesticables, la capture du poisson ait été de bonne heure un besoin de première nécessité. Mais comment les Nouveaux-Zélandais imaginent-ils que leurs aïeux furent mis en possession de l'art de tresser les fibres ligneuses?

Ont-ils conservé le souvenir des innombrables expériences par lesquelles il fallut passer avant d'arriver à résoudre le problème, si simple en apparence, du nœud de filet ? Nullement. Pour l'homme primitif, plus la difficulté vaincue a été grande, et moins il est porté à en attribuer le mérite à son espèce. Le nœud de filet a donc été enseigné aux blancs de l'hémisphère austral par Kahukura, qui avait lui-même dérobé cet art aux fées, en se glissant pendant la nuit au milieu d'elles et en prenant part sur le rivage à leurs pêches fantastiques (1).

L'intervention des dieux ou des esprits, au moment de la naissance des arts utiles, n'a pas toujours les caractères que nous venons de rencontrer. Il y a souvent lutte acharnée entre l'homme et les puissances qui sont au-dessus de lui. C'est déjà un progrès : la créature n'en est plus réduite à attendre passive-

(1) Cette légende se trouve reproduite entièrement dans l'ouvrage de M. le docteur Foley (*Quatre années en Océanie*. Chez Hetzel, 1866.)

ment son destin de la faveur d'un être inaccessible; elle peut arracher le secret que le dieu voudrait garder pour lui. Tel est le sens du mythe de Prométhée, de *celui qui voit d'avance*. L'introduction de l'agriculture parmi les Hellènes se fait avec sérénité; mais il n'en est pas de même de l'introduction de l'industrie, caractérisée par ce feu que le fils des Titans dérobe à Jupiter. On dirait que l'antiquité comprenait déjà la distinction profonde qui subsiste entre une civilisation industrielle et une civilisation agricole, quand elle se représentait les dieux, c'est-à-dire les dominateurs, favorables à celle-ci et jaloux de l'autre.

Cela n'est donc pas douteux : dans tous les pays et à toutes les époques de l'histoire, les arts utiles ont passé d'abord pour avoir été, d'une façon ou d'une autre, révélés aux sociétés humaines.

Mais il arrive un jour où ces sociétés rejettent la révélation : c'est alors qu'elles donnent le hasard pour cause à toutes les grandes dé-

couvertes. L'imagination populaire aime les coups de théâtre; elle répugne à s'expliquer l'avénement des grandes choses par l'action lente du temps et le concours nécessaire d'un nombre immense de travailleurs. Un seul fait, rapide et frappant, un seul héros qui intervient pour tirer parti de ce fait, voilà ce qu'il faut encore aux hommes. Newton voit tomber une pomme, et la loi de la gravitation est découverte. Le couvercle d'une marmite se soulève sous les yeux de Papin, et la machine à vapeur est inventée. La cuisinière de Galvani avait préparé pour son maître un bouillon de grenouilles : il en sortira la télégraphie électrique. Roger Bacon mêle ensemble, par hasard, du salpêtre, du soufre et du charbon : le hasard intervient pour faire détoner le mélange, et la poudre à canon est trouvée.

Toutes ces histoires sont d'hier. Des autorités scientifiques les ont acceptées et propagées en plein dix-neuvième siècle. Il n'y a guère plus de quinze ans que les vulgarisateurs des

sciences ont fait justice, pour la première fois, de ces erreurs. Aujourd'hui, il n'est plus permis d'ignorer que les lois de Képler, et non la chute d'une pomme, ont amené la découverte des lois de Newton. L'histoire a montré de même que la force élastique de la vapeur d'eau ne pouvait être utilisée, en dépit du génie incontestable de Papin, avant que les physiciens n'eussent fondé la théorie de la condensation de cette même vapeur d'eau : théorie qui ne pouvait, à son tour, être constituée sans le secours du thermomètre, dont les derniers perfectionnements ne vinrent que fort tard. L'électricité dynamique n'est pas davantage sortie d'un rapprochement de substances fortuit. Galvani se livrait, depuis sept ans, à des recherches physiologiques sur les grenouilles, au moment où son laboratoire d'anatomie, à Bologne, devint le théâtre d'expériences physiques étrangères à ces recherches. Il est vrai qu'une coïndence fortuite se produisit : un préparateur d'anatomie, se trouvant dans le

voisinage d'une machine électrique, toucha de la pointe de son scalpel les nerfs cruraux d'une grenouille écorchée, et l'animal fut pris de convulsions. Mais, en supposant que cette coïncidence ne se fût pas produite, Galvani n'en eût pas moins réussi à constituer une branche nouvelle des sciences. En 1774 il avait décrit les effets de l'opium sur les nerfs des grenouilles. Depuis longtemps, une pensée le dominait tout entier : il croyait à l'existence d'un fluide nerveux, qu'il assimilait à une véritable électricité répandue dans l'économie animale. Ce grand homme arrivait donc, de proche en proche, par la force de son esprit et l'enchaînement de ses travaux, à instituer ces mêmes expériences physico-physiologiques dont une circonstance fortuite rassembla un jour les éléments dans son laboratoire. D'ailleurs, pendant six années encore, il dut étudier avec le plus grand soin les phénomènes de cet ordre, avant d'arriver à découvrir le fait fondamental d'où sortit bien plus

tard la télégraphie électrique, — à savoir que le contact de deux métaux produit sur les nerfs cruraux de la grenouille les mêmes contractions qu'une décharge d'électricité statique. Ainsi, treize ans de recherches patientes, conduites par l'un des observateurs les plus sagaces du dix-huitième siècle, voilà le hasard dont on a parlé. Et encore, le résultat final des efforts de ce laborieux génie fut-il de déposer dans l'esprit de Volta un germe. A ce germe, le physicien de Pavie fit produire la pile, qui produisit le télégraphe au bout de quarante ans. La poudre de guerre n'a pas été non plus une création spontanée, due au concours de quelques circonstances heureuses. Depuis un temps immémorial, les Asiatiques faisaient usage de mélanges incendiaires dans les combats. Cela tenait surtout à ce que le sol de l'Asie est, dans certaines provinces, littéralement labouré de fissures qui livrent passage à des matières plus ou moins inflammables. Au commencement du moyen âge, les Grecs du Bas-Empire furent

mis en possession de ces mélanges, qu'ils perfectionnèrent et d'où est sorti le feu grégeois. D'autre part, les Arabes introduisirent en Europe un produit incendiaire dont ils devaient peut-être la connaissance aux Chinois, et qui contenait déjà les éléments de la poudre : salpêtre, soufre et charbon. Mais ce composé ne détonait pas ; sa puissance explosive était à peu près nulle. Pour en faire la véritable poudre à canon, le secours des arts chimiques devenait indispensable, car il fallait, avant tout, débarrasser le salpêtre des sels non combustibles auxquels on le trouve associé dans la nature. Les alchimistes parvinrent à purifier le salpêtre vers le milieu du quatorzième siècle. Ce fut seulement alors que, grâce à des perfectionnements d'un autre genre survenus dans la forme des armes de jet, il devint possible d'appliquer la poudre au tir des projectiles.

Tous ces faits montrent assez que les découvertes sont astreintes à des lois d'éclosion et de

développement rigoureuses. L'ordre dans lequel se succèdent les inventions n'est pas du tout arbitraire. Tel germe déposé dans le sein d'une époque par un homme de génie ou par une série d'efforts obscurs, sera condamné à sommeiller pendant des siècles, parce que ce germe, pour éclore, appelle des conditions de milieu qui ne sont point encore advenues, ou l'établissement de quelque théorie scientifique attardée. Cette théorie, peut-être, attend elle-même un instrument d'observation qui exige l'emploi d'une substance que les hommes ne savent point encore travailler. Mais il arrive un jour où, sur un coin de la terre, l'art de produire cette substance a été découvert; puis, sur un autre point, un travailleur obscur, inconscient du service qu'il rend à tous, donne à cette substance la forme qui doit en faire un instrument d'observation; ailleurs, des savants s'emparent de cet instrument et perfectionnent la théorie en retard. Le moment alors est venu. Sous la pression de quel-

que besoin général, exprimé depuis longtemps par les consommateurs, on voit l'esprit d'invention s'ingénier à appliquer les découvertes de la science pour en tirer des forces travaillantes. Enfin, les industriels, sollicités par la soif légitime du lucre, aiguillonnés par le libre jeu de la concurrence, exploitent ces forces, et, tout en augmentant leur propre bien-être, augmentent la puissance productive de la société. Le genre humain n'a pas suivi une autre marche pour arriver à conquérir la somme de richesses et les moyens d'action qu'il possède aujourd'hui. Dans tout travail accompli, l'on retrouve invariablement deux choses : — une Substance et une Force, — dont le concours est indispensable pour amener un progrès quelconque. Lorsque le hasard intervient, ce n'est jamais que pour suggérer une idée fugitive, idée qui doit être ensuite mille fois transformée avant de produire des résultats pratiques. En définitive, c'est toujours le rationnel qui fait progresser, et l'irrationnel

qui rejette en arrière : mais il faut bien avouer que la raison humaine serait impuissante à constituer la société à son image, sans le concours d'instruments qu'il lui faut d'abord construire à l'aide d'un petit nombre d'organes très-imparfaits, servis eux-mêmes par deux ou trois forces naturelles très-difficiles à gouverner, et par quelques substances inertes répandues à la surface du globe.

Pour écrire une histoire des progrès de l'esprit humain, il suffirait donc, à la rigueur, de dénombrer les éléments de la puissance industrielle, puisque dans chacun de ces éléments on retrouverait la série des modifications que l'esprit a fait subir à la matière, en même temps qu'on verrait grandir l'influence de la matière perfectionnée sur les forces de l'esprit. Mais le cadre de ce livre ne nous permet pas d'étudier sous cet aspect l'immense travail qui a produit les conditions actuelles de la vie en société. Nous nous bornerons à examiner l'état d'avancement des sciences qui

ont eu le plus d'action sur les progrès du logement, du vêtement, de l'alimentation et des transports, ainsi que les moyens de plus en plus perfectionnés, par lesquels chacune des grandes forces productives a été mise en œuvre.

Les sciences qui ont influé de la manière la plus décisive sur le travail matériel de l'homme, sont la mathématique, l'astronomie, la physique et la chimie. Il y a bien encore la physiologie, qui commence aujourd'hui de faire sentir son influence en agriculture et qui, dans tous les cas, est un puissant modificateur de l'industrie, puisqu'elle a pour objet final de préserver la santé humaine : on devrait signaler aussi les sciences morales et politiques dont le rôle dans la création des richesses est considérable. Mais la complexité des phénomènes physiologiques, sociaux et moraux ne permet pas jusqu'à présent de les faire entrer dans le groupe des sciences fixes, comme la chimie, la physique, l'astronomie et la mathématique. Ces dernières sont les

seules dont l'intervention ne puisse plus donner lieu à aucun doute. Les faits qui ont marqué cette intervention sont éclatants, l'histoire de leur engendrement est désormais bien connue et purgée de toute erreur par la critique : en bornant notre examen à ces quatre ordres de connaissances, nous sommes donc assuré de ne soulever aucune contradiction.

CHAPITRE XIII

INFLUENCE DE LA MATHÉMATIQUE.

La mathématique étant une science de raisonnement, dans laquelle l'observation n'a presque rien, et l'expérience absolument rien à faire, a dû être constituée longtemps avant les autres sciences. Il est clair que pour compter ou pour comparer des grandeurs entre elles, l'homme n'a pas eu besoin de connaître la nature. Le calcul et la géométrie se

sont donc formés dans une indépendance absolue vis à vis des autres catégories de connaissances. Mais, par cela même, le calcul et la géométrie ont eu, pendant des siècles, un degré de perfection très-supérieur à ce qu'exigeaient les besoins de la vie en société. Chez les anciens, les seuls esprits cultivés jouissaient de la contemplation des vérités abstraites formulées par Pythagore, Archimède, Euclide et les autres génies européens de cet ordre. Aussi ces vérités, indispensables à l'établissement des sciences d'observation comme l'astronomie, et des sciences expérimentales comme la physique, étaient-elles condamnées à attendre que le développement de la vie collective eût acquis des proportions convenables. Il fallait, en outre, que l'esprit humain se fût assez fortifié pour être capable d'envisager, sous des faces multiples, chacune des vérités mathématiques dont il n'avait entrevu d'abord qu'un seul aspect. Ces deux conditions une fois réalisées, rien ne limitait

plus le champ d'application des découvertes scientifiques.

Éclairons ces généralités par quelques exemples : nous pourrons ainsi apprécier ce que la géométrie et le calcul ont fait pour les diverses branches de la production, depuis les temps anciens.

Parmi les faits que l'on peut choisir, le plus frappant est la découverte des lois de Képler. Ces lois, qui ont transformé l'astronomie, ont eu sur la navigation et, par conséquent, sur l'industrie des transports, une influence directe. Les marées océaniques, — entre tous les phénomènes qui intéressent cette industrie, — ne pourraient être calculées à l'avance avec précision, si l'on ne savait prédire les positions mutuelles de la Terre, de la Lune et du Soleil, à un moment donné quelconque. Pour que cette prédiction soit possible, il faut que l'on connaisse avant tout la forme de l'orbite que décrivent les planètes autour du soleil, et les satellites autour de leurs planètes respectives.

On sait aujourd'hui, mais seulement depuis Képler, que cet orbite est une ellipse dont le soleil ou la planète occupe le foyer. Cependant, depuis près de vingt siècles, les géomètres grecs avaient signalé l'ellipse au nombre des sections coniques dont on leur doit la détermination. Il semble donc inexplicable que la découverte de Képler ait échappé aux anciens ; d'autant que les disciples de Pythagore connaissaient très-bien le fait du mouvement de quelques planètes autour du soleil. Mais les Grecs ne possédaient aucun instrument pour entreprendre des observations astronomiques semblables à celles qui furent faites au XVI[e] siècle par Tycho-Brahé sur la planète Mars, et servirent aux premières comparaisons de Képler. La notion qu'ils avaient de l'ellipse était donc condamnée à ne pas sortir du domaine spéculatif : de plus, cette notion demeurait insuffisante, alors même que les observations ne leur eussent pas fait défaut. Le génie hellénique, épris de la beauté des lignes pures,

vait tout le charme et toutes les lacunes de esprit des enfants : il contemplait les choses ar leurs formes extérieures, incapable de énétrer les propriétés internes des corps. Dans la courbe si gracieuse qu'ils avaient dé- ouverte, nos pères ne voyaient que l'intersec- ion idéale d'une surface conique par un plan ncliné. Ni la tournure de leur esprit, ni la uissance de réflexion dont ils étaient doués, ne leur permirent de faire ce que nous vou- lrions appeler l'anatomie de l'ellipse. Ce tra- vail devait échoir aux premiers géomètres de l'ère moderne. Au nombre des propriétés in- térieures de l'ellipse, il en est une qui était in- lispensable à Képler : c'est la loi qui fixe les rapports des distances focales à leurs incli- naisons sur l'axe de la courbe. La découverte de cette loi n'eut d'abord qu'une valeur spécu- lative ; mais, peu à peu, les observations astro- nomiques s'étant accumulées en assez grand nombre pour qu'il fût possible de les compa- rer entre elles, Képler eut l'ineffable étonne-

ment de reconnaître que les distances des planètes au soleil et les inclinaisons correspondantes sont liées par cette même loi. Aussitôt chacun put en conclure, à coup sûr, que les orbites sont des ellipses.

Des remarques analogues pourraient s'appliquer à la découverte de la loi de la gravitation universelle. Il semble que Képler, avec un peu de bonheur, eût pu ravir à Newton la gloire de formuler une loi qui est évidemment contenue en germe dans les siennes. Un examen attentif de la question montre aussitôt qu'il ne pouvait en être ainsi. Ce fut bien la seconde loi de Képler, qui permit à Newton d'affirmer que la force de gravitation est rigoureusement dirigée du soleil vers la planète. Ce fut bien la combinaison de cette loi avec la troisième qui conduisit le géomètre anglais à assimiler cette force à la pesanteur, en montrant qu'elle varie, précisément comme cette dernière, en raison inverse des carrés des distances. Mais la mécanique rationnelle et les

instruments d'observation astronomique n'étaient point assez avancés au commencement du XVII[e] siècle, pour que Képler pût tirer lui-même de ses travaux de si grands résultats. Descartes n'avait pas encore affranchi de ses entraves l'analyse mathématique, par la belle application qu'il fit de l'algèbre à la géométrie en général, à la théorie des courbes et des fonctions variables en particulier. Galilée venait à peine de formuler les lois de la chute des corps à la surface du globe. Huyghens ne devait donner que plus tard les notions relatives à la force centrifuge. Au moment de la mort de Képler, l'application de la mathématique à l'astronomie ne pouvait donc servir qu'à justifier le système de Kopernic, tracer la forme et décrire les circonstances des mouvements du système solaire. Quant à la grande force qui maintient ce système en équilibre, il était encore impossible de l'assimiler à celle qui soulève les marées de l'Océan et produit les chutes d'eau. Pour avoir le droit de faire

cette assimilation, Newton dut montrer qu[e la]
lune, en se mouvant dans son orbite elli[p]-
tique, tombe vers notre globe d'une quant[ité]
égale à celle qui marquerait la chute d'[un]
corps grave, si on le transportait à la distan[ce]
de la lune. Mais, pour cela, il était nécessai[re]
de connaître la valeur numérique d'un élé-
ment de rayon terrestre, et, par conséquent
la longueur exacte de ce rayon. Ce fut notr[e]
compatriote Picard qui donna cette mesure
le génie patient de Newton l'attendait depuis
plusieurs années. On sait que ce premier ré-
sultat servit de point de départ à une généra-
lisation plus sublime encore. Tous les mouve-
ments tracés par Képler furent expliqués en
transportant le foyer de la force inconnue, au
centre même du soleil. De cette découverte,
Newton put tirer un grand nombre de con-
séquences utiles, dont nous dirons quelques
mots en parlant des applications de l'astro-
nomie à l'art de naviguer; mais bien d'autres
conséquences importantes devaient forcément

rester à l'état d'ébauches dans son esprit, parce que l'analyse infinitésimale n'était point assez perfectionnée de son temps. Lagrange, qui engendra Laplace, n'était pas encore venu : aucun travail d'ensemble ne pouvait être fait, du vivant de Newton, sur la mécanique céleste.

Demandons un second exemple à la géométrie descriptive, qui rentre dans un ordre de connaissances moins abstraites. L'antiquité et le moyen âge ont fait de très-beaux édifices de pierre ou de marbre, sans le secours des méthodes expéditives et sûres, que Monge a mises à la disposition des constructeurs modernes. Cependant les géomètres grecs connaissaient parfaitement les théorèmes relatifs à la ligne droite et au plan, qui ont été, dans la dernière moitié du XVIIIe siècle, le point de départ de la géométrie descriptive. A l'époque où la méthode graphique de Monge fit son apparition, les usages du fer étaient peu nombreux dans l'industrie du bâtiment, parce que la vapeur,

qui est l'âme de l'industrie métallurgique, n'avait point encore été utilisée d'une manière générale comme force motrice. On avait des procédés pratiques pour tailler, couper et ajuster les pierres et les bois de charpente. Quant aux machines, leur nombre était des plus restreints ; les grossiers spécimens qui nous en restent disent assez que le dessin linéaire laissait alors beaucoup à désirer. L'art du constructeur était nécessairement bridé dans son essor : les méthodes étaient empiriques ; elles se réduisaient à un certain nombre de formes arrêtées, qui faisaient école. Il fallait recourir chaque fois à des albums volumineux, pour y chercher le dessin se rapprochant le plus du cas particulier qu'il s'agissait de résoudre. Les seuls essais que l'on eût tentés avant Monge pour s'affranchir de cette servitude, astreignaient encore l'homme du métier à des séries de constructions géométriques hérissées de calculs. Ces conditions, qui suffisaient très-bien au monde antique et au moyen âge, étaient un anachro-

nisme choquant, au moment où la découverte de la machine à vapeur allait surexciter de toutes parts les quatre industries du logement, du vêtement, de l'alimentation et des transports. Il devenait indispensable de faire, pour l'art des constructions, quelque chose d'analogue à ce que Descartes avait fait pour l'algèbre avec sa *règle des signes* : il fallait introduire une méthode générale et fixe, à la place des notations particulières, afin de pouvoir aborder sans tâtonnements tous les problèmes de stéréotomie qui se présentent dans la pratique. La géométrie se trouvait, dès lors, en mesure de pourvoir aux besoins nouveaux de l'industrie. Au lieu de rester en arrière de ces besoins, elle était à même de les satisfaire, — mieux encore, de les susciter.

Monge a préparé cet heureux résultat à l'aide d'un très-petit nombre de théorèmes de géométrie élémentaire convenablement appliqués. Jusqu'à lui, l'on ne représentait un corps situé dans l'espace que par les diverses perspec-

tives de ce corps. C'était de l'art et non de la science. Monge observa que les trois dimensions d'un solide : — longueur, largeur et profondeur, — fournissent naturellement trois plans sur lesquels on peut projeter tous les points de cette figure. En déterminant les règles qui doivent guider dans la projection de ces points, il réussit donc à mettre tout le monde en possession d'une méthode de construction sur le papier, aussi complète et aussi claire que possible.

C'est l'industrie des transports qui a le plus profité de cette méthode. Il serait matériellement interdit, aujourd'hui, de construire en une année la millième partie des ponts, des gares, des locomotives, des navires et des machines qui se construisent en Europe et en Amérique, si la géométrie descriptive n'existait pas. Grâce à elle, aussitôt qu'un travail de cette nature est en projet, il peut être figuré sous trois aspects, en plan, en coupe transversale et en élévation. L'esprit saisit alors rapi-

dement les défectuosités du projet ou ses avantages, et le constructeur peut y apporter, *sans aucune dépense de matériaux*, toutes les modifications désirables. Ainsi modifiés, ces trois dessins contiennent tous les éléments nécessaires pour la construction. S'il s'agit d'un édifice, on peut ouvrir le chantier, tailler les pierres, couper les bois et ajuster les pièces de fer, d'après des gabarits géométriques. S'il faut faire une machine, l'ouvrier modeleur confectionne son modèle en suivant les trois séries d'indications graphiques ; le mouleur, le fondeur, le tourneur, l'ajusteur, tous enfin travaillent, le compas à la main, d'après les plans du géomètre. Si les organes de nos machines actuelles fonctionnent avec une précision mathématique, c'est parce que la mathématique a présidé, avant tout, à la détermination du moindre des éléments de ces organes. Au siècle dernier, les machines étaient massives ou grêles ; leurs pièces, mal forgées, mal fondues, mal tournées, plus mal ajustées

encore, constituaient un ensemble qui ne saurait être mieux exprimé que par le mot vulgaire de *bric-à-brac*. Le fonctionnement se ressentait des vices de la construction : le travail ne s'effectuait pas d'une manière continue. Cela pouvait aller ainsi tant qu'on ne mettait en œuvre que des forces motrices discontinues, comme le vent et les cours d'eau ; mais cela ne s'accordait plus avec les nécessités nouvelles créées par l'avénement de la vapeur. L'immense révolution qui s'est accomplie, en Europe, dans les travaux publics et au sein de l'industrie privée, ne saurait donc être rapportée exclusivement à la découverte de Watt. On ne conçoit pas que la machine à double effet eût été susceptible de s'appliquer à tous les ordres de travaux, si la découverte de Monge n'avait mis à la portée du premier artisan venu des procédés de construction sur le papier, simples, rapides et sûrs, une méthode permettant d'aborder la détermination de toutes les formes possibles, au moment où l'élan imprimé à la puissance

de fabrication par la force nouvelle devait permettre à tous les besoins possibles de se produire.

Pour donner une idée de ce qu'était le domaine des arts utiles en France à l'époque où notre compatriote fournit la solution du problème général qu'il s'était posé, nous devons rappeler un fait bien connu. Ce fut vers 1771 que le jeune professeur de l'école du génie de Mézières fit connaître les éléments de la géométrie descriptive. Aussitôt, comme il fut démontré que l'application de ces éléments apportait une grande économie de temps et plus de sécurité dans les constructions, les officiers du génie militaire ne permirent pas que la géométrie descriptive fût enseignée en public. Pendant vingt-trois ans, Monge dut s'occuper d'analyse mathématique, de physique, de chimie, de la fabrication du salpêtre, de la fonte des canons, de tout enfin, hormis de la science dont il était le créateur. Ce ne fut qu'en 1794 qu'on l'autorisa à professer la géométrie des-

criptive devant les élèves de l'Ecole normale de Paris. Il est remarquable que la découverte qui a tant contribué à l'essor de l'industrie et des arts de la paix, soit éclose dans un milieu dont toutes les préoccupations étaient belliqueuses, et que la méthode qui prend aujourd'hui une si grande part à la diffusion des intérêts pacifiques, ait été suggérée par le besoin de rendre plus expéditifs les travaux de fortifications. Nouvel argument en faveur des sciences pures. On ne leur demande tout d'abord que de servir l'instinct destructeur du genre humain : elles obéissent, mais bientôt le résultat qu'on en attendait n'est pas celui que l'on obtient : c'est l'instinct producteur qui bénéficie du progrès nouveau et subalternise de plus en plus les choses de la guerre. Monge ne put entrer comme élève à l'école de Mézières, qu'il devait illustrer plus tard de ses travaux : il n'était, en effet, ni d'extraction noble, ni le fils d'un gentilhomme verrier. Cependant la géométrie descriptive a contri-

bué, depuis lors, à créer bien des gentilshommes en tous genres.

Nous allons terminer ces réflexions sur l'utilité industrielle des sciences de raisonnement, en consacrant quelques lignes aux progrès de la numération et du haut calcul.

Savoir calculer couramment nous paraît aujourd'hui une chose élémentaire. Cependant il a fallu que les Européens eussent réalisé bien des progrès avant d'être mis en possession des logarithmes, des méthodes de résolution des équations supérieures, enfin du calcul différentiel et intégral. Pour les populations qui vivaient dans le bassin de la Méditerranée, il y a 2,000 ans, la table de Pythagore était déjà un outil très-perfectionné ; mais, ce qui manquait aux Grecs et aux Romains, c'était un système de notation rapide. Les premiers se servaient des lettres de l'alphabet ; les seconds, de barres droites et obliques : les uns et les autres manquaient de ce qui s'introduisit plus tard chez nous sous le nom de *caractères arabes*, c'est-à-

dire d'un petit nombre de chiffres susceptibles de représenter un grand nombre de valeurs différentes, grâce à des conventions faciles à retenir. Le système de numération qui a pour base le nombre dix est aujourd'hui appliqué généralement en Europe, lorsqu'il ne s'agit que de valeurs abstraites (1). Si la table de Pythagore fut un progrès immense pour nos aïeux, l'adoption d'un système uniforme de numération abstraite en Europe n'en pas été un moindre, — en comprenant dans ce système les procédés usuels pour la multiplication des nombres, leur division et l'extraction des racines carrées et cubiques. Tout cet ensemble de moyens de travail correspond à un état de civilisation déjà très-avancé. Aussi, jusqu'aux XVIIe et XVIIIe siècles, notre con-

(1) La mesure des valeurs concrètes, — longueurs, poids, capacités et monnaies, — amène seule encore des différences notables de pays à pays; mais ces différences tendent à disparaître, et elles n'existeront probablement plus au siècle prochain.

tinent n'a-t-il pas éprouvé le besoin d'avoir mieux. Mais, à partir de cette époque, les rapports sociaux venant à se compliquer, le calculateur voit apparaître les grands nombres. Une foule d'opérations numériques deviennent alors d'une longueur extrême, et il faut inventer un troisième appareil de calcul, qui soit au précédent ce que celui-ci était à la table de Pythagore, ce que cette dernière avait dû être aux essais de numération des Pélasges. Ce troisième appareil de calcul est la table de logarithmes. Par une lumineuse comparaison entre deux séries de nombres ordonnées, l'une en progression arithmétique, l'autre en progression géométrique, l'Écossais Napier trouva, en 1614, qu'il était facile de ramener toute multiplication à une addition, toute division à une soustraction, et toute extraction de racines à une division. Il dut s'écouler plus d'un siècle encore, avant que des tables de logarithmes vraiment pratiques fussent dressées pour la plus grande commodité des calcula-

teurs. Depuis que ces tables existent, il est possible de faire sûrement, en quelques minutes, une foule d'opérations qui exigeaient autrefois des semaines entières et entraînaient souvent des erreurs graves. La banque, le haut commerce et les compagnies d'assurances font un usage étendu de ces tables : mais c'est surtout à la navigation qu'elles ont rendu les plus grands services. A mesure que le nombre des découvertes maritimes s'est accru, le nombre des bâtiments employés au long cours a rapidement augmenté. Les calculs nautiques ont dû, par conséquent, acquérir plus de précision. L'on a fait une plus grande masse d'observations astronomiques, et la trigonométrie a introduit dans le calcul des facilités nouvelles. Il a donc fallu avoir recours aux logarithmes. Ces nombres, à leur tour, ont permis de calculer à l'avance les nombreux éléments relatifs à la position du soleil, des planètes et de leurs satellites, à la hauteur des marées, aux occultations d'étoiles, aux éclip-

ses, à tous les phénomènes enfin qui doivent se produire dans le cours d'une année entière, et dont chaque détail intéresse le navigateur. En outre de la table de logarithmes, qui est fixe et calculée une fois pour toutes, — parce qu'il serait impossible à la mémoire la plus vigoureuse de retenir les logarithmes de tous les nombres depuis 1 jusqu'à 10,000, — le marin a donc à sa disposition une seconde table qui varie chaque année, et que notre bureau des longitudes publie régulièrement sous le titre d'*Ephémérides*. Ce livre, il est impossible de l'ouvrir sans être saisi de respect. C'est ici, en effet, que le don d'abstraire dévolu à notre race éclate dans son œuvre : toutes les phases visibles de la vie mécanique de l'univers y sont prédites à une fraction de seconde près ; et au sein de la plus épaisse nuit, tandis que nous dormons, des millions d'hommes confient leur existence aux indications infaillibles du calcul.

Un résultat si beau n'aurait pu être obtenu

par les seuls développements des théories relatives aux quantités numériques. L'astronomie et la navigation, par exemple, font un emploi constant de l'algèbre et de l'analyse de l'infini, qui mettent en mouvement des expressions générales. Personne n'ignore que, jusqu'à Descartes, l'algèbre demeura dans l'enfance. La règle des signes et quelques autres instruments de généralisation inventés par le penseur, fondèrent vraiment cette science; puis l'application qu'il fit de l'algèbre à la géométrie ouvrit aux mathématiciens les plus vastes horizons. C'est cette dernière branche de connaissances qui permet, sous le nom de géométrie analytique, de déterminer les courbes si variées dont l'ingénieur trouve l'emploi dans ses constructions. Mais, après Descartes, une nouvelle surprise était réservée à l'Europe savante et de nouveaux instruments étaient mis aux mains de l'Europe industrielle, par l'invention du calcul différentiel et intégral. Les deux noms de Newton et de Leibnitz

marquent la première époque de cette grande découverte, dont le trait caractéristique est d'avoir subjugué l'infini. Par la méthod des infiniment petits, on eut un moyen expéditif de trouver les *différentielles*, —autrement dit, les accroissements infinitésimaux, — des quantités dont on voulait déterminer la grandeur. Toute quantité finie était ainsi décomposée en des éléments différentiels, dont la somme, ou *intégrale*, permettait de reconstituer la même quantité. Par un ingénieux artifice, l'esprit humain se rendit maître de cette conception métaphysique de l'infini qui l'avait torturé si longtemps sous des noms divers, et il la fit tourner au plus grand profit de ses travaux sur la nature concrète. Cette méthode devient indispensable dans les hautes parties de la mécanique et de l'astronomie ; elle grave les différentielles dans notre mémoire, par des figures réduites au dernier degré de simplicité et qui sont, pour nous tous, pour le vulgaire, bien autrement vivantes que les idées pures

dont elles émanent. D'Alembert, Cousin, Taylor et d'autres géomètres accomplirent plus tard, dans cet ordre, un nouveau travail d'élimination de l'absolu, en complétant la méthode des infiniment petits par celle des limites, laquelle reçut, à son tour, un grand et dernier perfectionnement de Lagrange, qui réussit à rattacher les coefficients différentiels à l'algèbre. De la sorte, le haut calcul a pu être enseigné par la réunion de ces trois méthodes en une seule, et par des considérations de plus en plus élémentaires. L'influence que Lagrange exerça sur la constitution de la mécanique céleste est bien connue. Cet heureux génie, qui résolvait, à l'âge de dix-neuf ans, les problèmes les plus ardus posés par Euler à tous les savants de l'Europe, ne fut encore que le précurseur d'un autre génie puissant. Laplace profita, comme Newton, de cette faveur du destin qui dépose entre les mains de quelques hommes les moyens décisifs d'action ou de recherches, préparés lentement par

eurs prédécesseurs. Comme le savant anglais, l mania ces forces précieuses avec une incomparable supériorité.

Maintenant, si nous résumons les principaux services rendus à l'ordre matériel par les sciences de raisonnement, nous voyons que les industries de la construction et des transports sont celles qui ont profité le plus largement de ces bienfaits. Les deux autres industries du vêtement et de l'alimentation en ont plutôt ressenti les effets indirects, par l'intermédiaire des transports, qui influencent, ainsi que nous l'avons rappelé, toutes les catégories de l'activité sociale. Il faut noter enfin que l'application de la mathématique à la mécanique,—application dont nous parlerons un peu plus loin,—complète cet immense réseau d'actions et de réactions mutuelles, qui s'exercent de la science vers l'industrie et de l'industrie vers la science.

CHAPITRE XIV

INFLUENCE DE L'ASTRONOMIE.

L'astronomie est la plus imposante et la plus ancienne des sciences d'observation.

Chacun sait en quoi les sciences d'observation diffèrent des sciences de raisonnement. Tandis que ces dernières sont le résultat d'un travail de l'esprit humain sur lui-même, celles-là exigent le concours, tout à la fois, du raisonnement et de l'observation des phénomènes extérieurs.

L'astronomie étant la science d'observation par excellence, il lui faut le concours d'instruments spéciaux dont la mathématique n'a aucun besoin. Le plus populaire de ces instruments est le télescope. Mais le télescope est fait de verre et de métal, et son invention suppose un état industriel assez avancé.

Nous avons déjà constaté que le verre, sous la forme de carreaux de vitres, avait joué un rôle de premier ordre dans le progrès du logement. Ici, la science n'intervient presque point. L'art de laminer le verre n'exige pas un lourd bagage de connaissances scientifiques. Mais il n'en est pas de même de l'art de produire les verres courbes destinés à concentrer en un foyer commun les rayons lumineux émanés d'un corps céleste. La science de l'optique devait réaliser certains progrès, avant qu'il fût possible d'en tirer des applications utiles à l'astronomie. Les astronomes arabes eux-mêmes ne firent, sur la réflexion et la réfraction de la lumière, que des essais impar-

faits. Il faut arriver jusqu'au milieu du XVIe siècle pour voir cette branche de la physique prendre quelque importance. Le verre, à cette époque, est déjà employé dans la fabrication des lunettes simples. Bientôt Galilée transforme ces appareils, au point de constater les phases de Vénus, et de découvrir qu'il existe dans la lune des montagnes et des vallées comme sur la terre. Par ce seul fait, la portée de la vue de l'homme et le champ de sa vision étaient amplifiés dans des proportions inusitées, en même temps que ses idées sur l'univers se trouvaient agrandies. Ce n'était cependant qu'un premier pas dans la voie nouvelle. La *dioptrique* de Descartes, en faisant connaître les lois de la réfraction, élimina des observations astronomiques certaines causes d'erreur qui affectent d'une manière générale tous les phénomènes de cet ordre. Après Descartes, les *Leçons d'optique* de Barrow et le *Traité de la lumière* de Huyghens imprimèrent à la science pure et à ses applications un nouvel essor.

Huyghens, qui avait été deviné par Descartes et qui devina lui-même Leibnitz, ne se borna point à la théorie : il construisit des objectifs qui portèrent sa vue plus loin que n'avait été la vue de Galilée. Il découvrit, presque coup sur coup, un satellite de Saturne, l'anneau de cette mystérieuse planète et la nébuleuse d'Orion. Ajoutons que l'art de tailler et de polir les verres des grandes lunettes lui avait été enseigné à Paris. L'*Optique* de Newton, qui eut la singulière fortune d'être traduite en français par Marat, fit connaître pour la première fois la décomposition de la lumière en sept rayons primitifs : par là, il devint facile d'expliquer les franges colorées qui paraissent quelquefois border extérieurement les objets que l'on regarde à travers une lunette; comme conséquence, Hall et Dollond firent bientôt disparaître ces franges, en construisant les premiers verres achromatiques. Déjà, aux lunettes à vision directe, on avait adjoint le télescope, instrument qui permet de voir les

objets par réflexion, à l'aide de miroirs métalliques. Le télescope de Newton et celui de Gregory appelaient un perfectionnement, en ce qu'ils donnaient lieu à une double réflexion de l'image céleste. Mais il en résultait un affaiblissement de cette image. Le télescope d'Herschell, en évitant cette double réflexion, permit de sonder l'espace à des profondeurs que l'œil de l'homme n'avait jamais atteintes. Cet instrument mesurait treize mètres de distance focale et plus de deux mètres carrés de superficie. Le télescope de lord Ross, établi à Parsonstown, en Irlande, est encore plus volumineux que ne l'était celui d'Herschell : aussi a-t-il permis de décomposer des nébuleuses qui avaient résisté à ce dernier appareil. Avec le télescope de lord Ross, on obtient des grossissements de 6,000 fois les objets observés, tandis que la lunette avec laquelle Galilée fit ses premières découvertes ne grossissait que 7 fois les mêmes objets. Le progrès a donc été prodigieux. Cependant il laisserait

16.

encore beaucoup à désirer, si l'on n'avait trouvé le moyen de diminuer considérablement le prix de ces grands télescopes. Celui de lord Ross, par exemple, a coûté au moins trois cent mille francs. Dans ces conditions, il n'y aurait guère que des grands seigneurs ou des établissements publics qui pourraient se passer un tel luxe; et par conséquent la vraie caractéristique du progrès, qui est de se rendre de plus en plus accessible à tous, ferait ici défaut. Mais un de nos compatriotes, M. Léon Foucault, a substitué récemment aux miroirs métalliques des anciens télescopes, des miroirs de verre argenté. Il en résulte une grande économie dans les frais de construction de l'appareil ; en même temps le polissage des objectifs est rendu beaucoup plus facile. L'Observatoire de Paris et celui de Marseille sont déjà munis de télescopes Foucault, dont l'usage ne peut manquer de contribuer à populariser les études astronomiques.

L'exploration de l'espace céleste n'a pas été

seul résultat utile des progrès de l'optique, mise au service de l'astronomie. Nous venons de voir les perfectionnements matériels que la science a apportés dans l'art d'observer les mondes : mais depuis le XVIIIe siècle, il s'est produit d'autres applications moins sublimes, dont les navigateurs ont su tirer, cependant, le plus grand profit. Nous voulons parler des instruments à réflexion.

Après que la découverte et les perfectionnements de la boussole eurent rendu possibles les voyages d'outre-mer, les marins se trouvèrent dans la nécessité de recourir à des calculs très-fréquents, pour connaître leur position. Ces calculs se bornaient, à l'époque de Vasco de Gama et de Christophe Colomb, à ce que l'on appelle aujourd'hui une *Estime*. La boussole indiquait à peu près la direction suivie par le navire; un petit appareil, connu sous le nom de Loch, donnait à peu près sa vitesse, et l'on appréciait ainsi, d'une manière approximative, le point de la mer où

l'on se trouvait. Cette méthode pouvait bien permettre à un petit nombre d'hommes intrépides et aventureux de découvrir des terres nouvelles; mais à mesure que les relations se multipliaient entre les diverses parties du globe, il devenait indispensable de procéder avec plus de précision. Les hommes assez heureusement organisés pour se guider à travers l'inconnu sont rares; au contraire, les foules qui se précipitent sur leurs traces ont besoin de sécurité. Le génie et l'impulsivité de quelques-uns peuvent bien suffire à ouvrir la marche : le genre humain, lui, ne s'ébranle tout entier que lorsqu'il est mille fois sûr de sa route. Déjà les phénomènes astronomiques, en l'absence de la boussole, avaient été pour nos aïeux et sont encore, pour un grand nombre de peuples navigateurs, le premier de tous les guides. Mais la lune, le soleil, les étoiles ne servaient autrefois, dans le bassin de la Méditerranée, qu'à indiquer la direction à suivre, tandis qu'aujourd'hui, grâce aux ins-

truments à réflexion, ils permettent de trouver à chaque instant la position du navire en mer. Or, ces instruments sont le résultat du progrès des théories relatives à l'optique. Ils se composent, d'une manière générale, de deux miroirs dont l'un est fixe et l'autre mobile, et d'un arc de cercle gradué. Sans avoir aucune idée de la manière dont se comportent les rayons lumineux dans ces appareils, le dernier de nos caboteurs européens est capable de prendre à chaque instant la hauteur du soleil, de la lune ou d'une étoile connue, c'est-à-dire sa distance au-dessus de l'horizon visuel. La navigation de long cours exige en outre des mesures un peu plus compliquées ; mais au moyen de ces mesures, avec certains nombres fournis par la table des Éphémérides astronomiques de l'année, enfin avec l'aide du chronomètre de bord, il est impossible de s'égarer sur l'Océan. L'astrolabe ancienne, celle d'Hipparque et de Ptolémée, ne pouvait remplir l'office de nos instruments à réflexion modernes parce qu'elle

ne présentait aucune garantie de précision. Newton, qui a tant contribué à fonder l'optique, eut le premier l'idée d'appliquer les lois de la réflexion à la détermination des hauteurs des astres. Un peu plus tard, l'astronome anglais Hadley réalisa cette idée sous la forme de l'octant, qui rendit tout de suite les plus grands services aux navigateurs et suffit encore, de nos jours, aux marins du cabotage. A l'octant vinrent s'adjoindre le sextant, puis le cercle répétiteur de Borda, qui réalise le plus haut degré de précision dans les mesures.

Il faut mentionner ici un autre avantage que l'industrie des transports a tiré de l'astronomie et de l'emploi des instruments à réflexion convenablement modifiés, — avantage dont on ne conçoit pas qu'elle eût jamais pu se passer. En adjoignant aux instruments dont nous avons parlé le théodolite et quelques accessoires pour mesurer les angles dans les deux plans vertical et horizontal, on a pu réunir pour un même point de la terre un grand nom-

re d'éléments astronomiques, géodésiques et ydrographiques. Ces éléments, convenable-ient utilisés par le calcul, ont permis de con-ectionner ces belles cartes marines dont la ollection est tout aussi indispensable au ma-in que la table des logarithmes et le livre des Éphémérides. Enfin, les travaux hydrographiques des voyageurs, sur les côtes de la mer et dans les bassins des fleuves, ont jeté les plus vives lumières sur la géographie. On peut dire que c'est l'industrie des transports, et en particulier celle des transports maritimes, qui a permis de connaître la configuration des divers continents terrestres.

Au nombre des instruments dont fait usage le navigateur et qui sont empruntés à l'astronomie, nous avons cité le chronomètre de bord, ou montre marine. Cette horloge, qui mesure les plus petites fractions de temps avec une exactitude très-grande, sert à déterminer la longitude en mer. A cet effet, on calcule chaque jour, à un instant propice, l'heure du

lieu où l'on se trouve; comme le chronomètre donne l'heure du premier méridien : — Paris pour les Français, Greenwich pour les Anglais, Washington pour les Américains, — il en résulte que l'on obtient aisément le changement en longitude par la différence des heures. C'est dire que le chronomètre est absolument nécessaire, si l'on veut connaître la position du navire avec certitude. Or, c'est encore la science pure qui nous a dotés de cet organe. Le nom d'Huyghens reparaît, aussitôt qu'on parle du perfectionnement des appareils chargés de mesurer le temps. Ce grand esprit appliqua le premier aux horloges l'invention du pendule, faite par Galilée un demi-siècle auparavant. C'était un immense bienfait pour les observations astronomiques, car les horloges des observatoires, si précieuses pour saisir l'heure du passage des astres au méridien, conduisaient souvent à des irrégularités graves. Le ressort spiral des montres, qui permet aujourd'hui à chacun de nous d'évaluer

durée du temps, fut aussi inventé par
ıyghens. De ces deux progrès sortit alors le
ronomètre.

La boussole, dont nous avons parlé déjà,
ı point eu pour précurseur un progrès scien-
ique. Cet instrument, qui reste jusqu'ici la
ule application du magnétisme terrestre à la
ıissance productive, fut introduit d'abord en
:cident sous la forme très-rudimentaire de
marinette. C'était une aiguille aimantée
ɔttant sur un liquide, et se tournant tant bien
ue mal vers le nord du monde. Les Anglais
erfectionnèrent la marinette, mais en gens
u métier et sans y introduire aucun élément
cientifique. Le compas de marine, qui est une
ıoussole convenablement suspendue et armée
l'une *rose des vents* (1), n'est donc pas le pro-
luit de la science. Mais il faut se hâter d'a-
outer que sans la science pure et sans les

(1) La rose des vents est le cadran gradué qui porte
'aiguille et sur lequel sont indiqués les quatre points
cardinaux et les directions intermédiaires.

observations astronomiques qu'elle a rendues possibles, l'usage de ce compas serait fort restreint. On sait effectivement que l'aiguille aimantée n'est pas dirigée tout à fait vers le nord du monde : il existe entre ce point idéal et le nord magnétique un écart qui varie à mesure que l'on se déplace, écart qui a reçu le nom de *déclinaison* ou *variation*. Pour se servir de la boussole, il faut donc connaître fréquemment la variation dont elle est affectée. Les cartes marines donnent, de distance en distance, les valeurs numériques de cet élément : mais ces valeurs n'ont pu être obtenues qu'à l'aide de l'observation et d'un calcul de même ordre que celui de la latitude ou de la longitude. En définitive, bien que la boussole n'ait été ni inventée, ni perfectionnée par les savants, il serait bien impossible d'en généraliser l'emploi, si ces derniers ne lui avaient apporté leur concours. Cette impossibilité se fût aggravée encore dans ces derniers temps, à cause des perturbations que les bâtiments de fer pro-

quent dans les aiguilles aimantées, — per-
rbations dont on ne peut déterminer les
is que par un ensemble d'observations et de
lculs préalables, très-minutieux.

Il a déjà été question, dans ce qui précède,
u perfectionnement que les théories astrono-
niques relatives au phénomène des marées
nt introduit dans l'art de naviguer. Il est
lair que, depuis l'invention des bateaux à va-
eur, les transports maritimes ont acquis un
peu de cette ponctualité que les chemins de fer
pportent dans leur service. Quand les navires
ne pouvaient sortir du port et y rentrer sans
le secours du vent, il était juste de ne pas exi-
ger d'eux qu'ils arrivassent ou qu'ils partissent
à heure fixe. Aujourd'hui c'est tout différent.
Une ligne de bateaux à vapeur transatlanti-
ques n'est, pour ainsi dire, que le prolonge-
ment de la voie ferrée qui va de Paris au Havre
ou de Londres à Liverpool. Il faut que les voya-
geurs, les dépêches et les colis perdent le
moins de temps possible au port d'embarque-

ment. Pour cela, il est indispensable de faire connaître d'avance les heures des départs des paquebots ; et comme ces heures dépendent surtout de la marée, il faut avoir des moyens sûrs de calculer, soit l'heure, soit la hauteur de la pleine mer, puis d'introduire dans ces résultats généraux les modifications particulières qui résultent des contours des rivages. Il n'est pas moins nécessaire au capitaine qui est sur le point d'arriver, de connaître exactement les phases du flux et du reflux de la mer. Une théorie analytique des marées pouvait seule conduire à ce résultat, d'une utilité pratique immédiate. Or, cette théorie n'avait pas été faite avant Laplace, et nous avons déjà rappelé que ce merveilleux géomètre n'aurait pu aborder la plupart des grandes questions de mécanique céleste qu'il a résolues, si une longue suite de mathématiciens illustres, dont le dernier fut Lagrange, n'avaient mis entre ses mains un instrument de calcul perfectionné. Il semble que Laplace marque, en astronomie,

une période d'apogée : aussi, parmi tous les savants modernes, a-t-il le mieux compris ce qui fait la grandeur de cette science. « Ces hautes connaissances, dit-il en terminant son *Exposition du système du monde*, ont rendu d'importants services à l'agriculture, à la navigation et à la géographie; mais leur plus grand bienfait est d'avoir dissipé les craintes occasionnées par les phénomènes célestes, et détruit les erreurs nées de l'ignorance de nos vrais rapports avec la nature, erreurs d'autant plus funestes que l'ordre social doit reposer uniquement sur ces rapports. VÉRITÉ, JUSTICE : voilà ses lois immuables. »

Ces belles paroles, bien dignes de la fin du XVIIIe siècle, nous introduisent dans le domaine des sciences expérimentales, dont les œuvres manifestent si éloquemment cette double fonction du vrai et du juste, de ce qui est utile dans le présent et de ce qui prépare les conditions d'un ordre meilleur dans l'avenir.

CHAPITRE XV

INFLUENCE DE LA PHYSIQUE.

Nous avons rencontré, au seuil de l'astronomie, une substance dont certaines métamorphoses préalables étaient absolument nécessaires aux progrès de cette science. Or, il nous serait impossible de faire un pas en physique, si nous ne disposions de la même substance, métamorphosée d'une autre manière. Tandis que le verre, sous la forme de lentilles et de miroirs à réflexion, a rendu les plus grands

services à l'industrie des transports maritimes, nous allons le voir encore, sous les noms de thermomètre et de baromètre, sous la forme de tubes gradués affectant des dispositions diverses, conduire de proche en proche à ce résultat pratique, d'utiliser la vapeur d'eau comme force travaillante. Mais ici doit s'arrêter le rapprochement entre la physique et l'astronomie. Cette dernière science est toute d'observation et de raisonnement, tandis que la première est à la fois une science de raisonnement, d'observation et d'expérience. Les phénomènes astronomiques se produisent en dehors de la volonté de l'homme : quelque perfectionnés que soient les instruments dont nous faisons usage pour les étudier, nous ne pouvons, en aucune manière, suspendre ces phénomènes, en ralentir ou en accélérer l'action, pour la soumettre aux exigences de l'esprit de recherche. Les faits dont s'occupe la physique peuvent, au contraire, se plier à toutes ces exigences. Nous changeons, à notre

guise, l'état moléculaire d'un grand nombre de corps, afin d'observer les lois de ces divers changements; nous suspendons, nous ralentissons ou nous accélérons à volonté l'action de la pesanteur; nous avons le pouvoir de produire ou d'éteindre la chaleur, l'électricité, le magnétisme, la lumière et les sons. En un mot, les instruments de physique se distinguent des instruments d'astronomie par ce caractère, qu'ils permettent non-seulement d'observer les phénomènes produits en dehors de notre intervention, mais encore d'instituer des expériences à l'aide desquelles on reproduit et l'on étudie un fait naturel sous une foule d'aspects déterminés d'avance. Il en résulte que le physicien voit tous les jours des faits que la nature elle-même ne réalise pas d'ordinaire, tandis que l'astronome est forcé de s'en tenir à ce que la nature lui montre. Cette distinction fondamentale explique pourquoi les physiciens sont parvenus si tard à constituer leur science favorite : c'est qu'ils ont dû, avant

tout, construire un outillage extrêmement délicat, chargé de la double fonction de faire apparaître des phénomènes et d'en noter les circonstances les plus étendues.

La pesanteur et la chaleur sont les deux branches de la physique générale, que l'on a le mieux étudiées jusqu'à ce jour, parce que les instruments qui s'y rapportent ont été perfectionnés de longue main. Nous allons jeter un coup d'œil rapide sur les principaux faits d'application de cet ordre. Ces faits ont une importance exceptionnelle pour le sujet qui nous occupe, car ils ont préparé l'avénement de la machine à vapeur, — machine dont l'ordre matériel a déjà tiré un si grand parti, et que l'on peut regarder comme le plus beau triomphe de la physique.

Bien avant les découvertes de Galilée sur la chute des poids, les Européens avaient acquis de la pesanteur des notions exactes, très-suffisantes pour l'état social dont ils jouissaient alors. Ces notions, en l'absence de l'outillage

qui est venu plus tard, ne pouvaient découler que des mathématiques pures : de là, l'état d'avancement relatif de la statique chez les anciens. Cependant, par la nature des choses, malgré tout le génie d'Archimède et des autres géomètres méditerranéens, malgré les travaux de l'école d'Alexandrie, il est remarquable que nos aïeux de cette époque n'aient pu s'élever, par exemple, jusqu'à la conception géométrique désignée sous le nom de *parallélogramme des forces*, tandis qu'ils possédaient aussi bien que nous la théorie du levier. C'est qu'il est plus facile de comprendre l'action qui est produite par deux forces parallèles, que d'évaluer la résultante de deux forces obliques. De même que l'état intellectuel de la race blanche d'Europe ne permettait à cette race, il y a deux mille ans, que de connaître l'une des propriétés de l'ellipse, de même elle ne pouvait alors étudier le jeu des forces physiques sous plusieurs aspects, comme elle le fit aux XVI[e] et XVII[e] siècles. Les sociétés inférieures qui se déve-

loppent de nos jours font usage des seules machines que connaissait l'antiquité, — machines que nous nous sommes appropriées, pour en faire le point de départ d'inventions plus hautes. Le levier, la roue, la poulie, le plan incliné, sont les mieux connus de ces engins. Un peu plus tard vint la balance, qui rend aujourd'hui de si grands services aux sciences expérimentales, notamment à la chimie, mais qui ne pouvait être appliquée, chez les anciens, qu'aux besoins du commerce.

Jusqu'au siècle dernier, la puissance productive du genre humain n'a guère été servie que par trois forces naturelles : — les cours d'eau, le vent et la force musculaire, — plus ou moins bien utilisées par des machines élémentaires, telles que le levier, la roue, le treuil, les aubes, les ailes de moulins à vent, les voiles de navire, les manéges, la pompe, la presse hydraulique. Ces machines forment un premier groupe bien distinct : elles ne produisent pas la force ; on leur demande seule-

ment de la transmettre, et tout le progrès, pour elles, consiste à utiliser le mieux possible cette force, quelle qu'elle soit. La machine à vapeur, au contraire, appartient à une seconde catégorie d'engins très-différents des premiers : elle produit la force et la met à la disposition, soit d'une roue, soit d'un moulin, d'un navire, d'un manége, d'une presse hydraulique. Dans ce cas, le progrès résulte, non-seulement de la meilleure utilisation possible de la vapeur d'eau, mais encore de la production de vapeur la plus abondante au moyen de la dépense de charbon la plus faible. Cette distinction entre les deux groupes de machines est importante, parce qu'elle sépare deux époques bien tranchées dans l'histoire de la physique.

Arrêtons-nous un instant sur la première de ces deux époques.

La pesanteur, utilisée le long des cours d'eau par les roues à aubes en particulier, par les moteurs hydrauliques en général, est loin, même à cette heure, de nous fournir tout le

travail qu'elle développe en réalité. Les plus rudimentaires de ces moteurs sont les roues pendantes, établies sans aucun barrage et de façon que l'eau frappe une seule aube verticale qui fuit devant le liquide : ils utilisent à peine le quart de la force gratuitement donnée par la nature. De ce type à celui de certaines turbines qui utilisent facilement les trois quarts et quelquefois les quatre cinquièmes de cette force, le progrès accompli est considérable. Mais ce progrès est de date récente, puisque les inventeurs de ces turbines vivent encore. Les phénomènes qui se produisent pendant l'écoulement des liquides ne sont pas bien connus; cependant, ce qu'on en sait a suffi pour que le calcul intervînt avec efficacité dans la détermination de la forme des surfaces chargées de recevoir le choc de l'eau courante. Il a fallu attendre aussi que l'on eût appliqué les lois des oscillations pendulaires à la mesure de l'élément qui porte le nom d'*accélération de la pesanteur*, élément qui est indispensable

pour apprécier la puissance d'une chute d'eau quelconque. Du reste, le seul jaugeage d'un cours d'eau nécessite l'emploi d'instruments mathématiques et l'usage de quelques formules empruntées à la trigonométrie.

Il est remarquable que les moteurs hydrauliques, loin d'avoir été supprimés par la vapeur, ont été perfectionnés depuis son avénement. Les vieilles roues pendantes, qui ont fondé au bord des rivières la prospérité industrielle de tant de centres manufacturiers, et qui, recouvertes de mousse verte et d'écume blanche, sont d'un effet si pittoresque dans les paysages de montagnes, ces roues pouvaient autrefois, sans inconvénient, fournir un travail restreint, car elles ne redoutaient la concurrence d'aucun autre moteur ; mais, depuis le siècle dernier, elles ont dû, pour tirer profit de la gratuité des cours d'eau, s'assimiler le plus possible certains perfectionnements de la physique, de la géométrie et du calcul. Il faut ajouter que l'ancienne force peut rendre en-

core les plus grands services dans quelques circonstances qui ont été véritablement créées par les forces nouvelles. En voici un exemple emprunté aux travaux de percement des Alpes pour le passage d'un chemin de fer entre la France et l'Italie. On sait que le tunnel de Modane à Bardonnèche doit être percé dans une masse très-dure, composée de calcaire, de schiste et de quartz : pour en venir à bout, il a fallu installer des outils spéciaux. Or, le fond de la vallée de Bardonnèche est environné de hautes montagnes, d'où l'on voit descendre plusieurs torrents qui représentent ensemble une force motrice énorme. On a donc employé une partie de cette force à comprimer de l'air, tout à la fois pour faire marcher les outils perforateurs de la roche, et pour assurer la ventilation des galeries. Un autre procédé, employé aujourd'hui dans certains pays sur une grande échelle, fait travailler l'eau courante bien plus efficacement que ne travaillerait une légion de machines à vapeur. Ce procédé consiste à dé-

layer les terres meubles par des impulsions d'eau à courant forcé, et à les faire transporter au loin par un courant d'eau rapide, au moyen de canaux de dérivation à grande pente. On en tire surtout parti dans l'exploitation des mines. En Californie, il a été employé avec succès au lavage des sables aurifères. Dans notre pays, des ingénieurs qui inspirent toute confiance ont proposé de s'en servir pour répandre sur le sol infertile des landes, les énormes amas de matières d'origine boueuse qui recouvrent certaines parties du versant septentrional des Pyrénées. Il serait question, enfin, d'utiliser le courant qui doit prendre naissance entre la Méditerranée et les lacs amers de l'Égypte, au moment où la communication entre ces deux points sera établie. Ce serait la plus belle des applications de la pesanteur aux besoins de l'industrie. A ce moment, en effet, les lacs amers ne recevront pas moins de douze cents millions de mètres cubes d'eau, avant d'avoir atteint le niveau moyen de la Méditerranée. La force

motrice résultant de l'irruption d'une telle masse a été calculée : elle suffirait largement pour balayer les matières de sable et d'argile ameublies qui résistent en ce moment avec succès aux dragues à vapeur. Ainsi, dans telle circonstance donnée, les forces anciennes peuvent nous rendre des services qu'on ne doit pas encore demander aux forces nouvelles. Observons d'ailleurs que l'industrie de l'homme trouve un avantage incalculable à reproduire, lorsque cela est possible, l'industrie de la nature. C'est par un procédé tout à fait semblable, que les eaux ont creusé les vallées d'érosion pendant les époques géologiques : les terres meubles, ainsi délayées et transportées au loin, se sont déposées au fond des mers et des lacs de l'ancien monde, pour construire une à une les puissantes assises sédimentaires du monde nouveau.

Les appareils qui utilisent la force gratuite du vent n'ont donné lieu, sur la terre ferme, qu'à des perfectionnements physiques de peu

d'importance. Les moulins à vent sont aujourd'hui, en Europe, ce qu'ils étaient en Asie, du temps des croisades. En Amérique, on a modifié ces appareils si lourds, de manière à pouvoir les placer au sommet de quelques édifices, d'où ils transmettent la force du vent à des industries qui fonctionnent aux étages inférieurs. Sur la mer, cette grande force a été admirablement utilisée, parce qu'on n'en possédait pas d'autre. L'usage des voiles carrées, en permettant aux plus lourds navires de s'élever contre le vent, a multiplié, dans une proportion très-notable, le nombre des engins de traction maritime et des navigateurs. Dans ce cas particulier, le progrès a été accompli avec l'aide de quelques théorèmes de statique relatifs à la décomposition des forces. La physique générale a profité aussitôt de ce progrès. Les premières notions de physique du globe ont été recueillies par les marins, et ces notions à leur tour se sont transmises des uns aux autres, d'abord par la seule tradition, plus tard à

raisonnement et confirmé par l'expérience vers le milieu du XVIIe siècle. Ce principe, dit *de l'égalité de pression*, se trouve formulé pour la première fois dans le traité de Pascal sur l'équilibre des liqueurs. Depuis cette époque, on sait que les liquides ont la propriété de transmettre, également et dans tous les sens, les pressions qu'ils reçoivent. Pour tirer de cette proposition une conséquence pratique, il a suffi de mettre en communication deux corps de pompe remplis d'eau et de diamètres différents. Si l'un des diamètres, par exemple, est dix fois moindre que l'autre, comme les surfaces correspondantes seront dans le rapport de 1 à 100, il suffira de charger l'une d'elles d'un poids de 1 kilogramme pour forcer l'autre à chasser un poids de 100 kilogrammes. De la sorte, deux ou quatre hommes occupés à pomper et ne dépensant que la force musculaire dont ils sont capables, développeront avec aisance, dans un temps suffisamment long, la force de deux cents ou quatre cents hommes. C'est, comme

on le voit, une amplification des bons effets que les anciens avaient déjà obtenus de l'emploi du levier, surtout sous les formes de la roue et de la poulie. On ne comprend pas comment il serait possible, de nos jours, de se passer de la presse hydraulique. Manœuvrée à bras d'hommes, elle permet d'enfoncer les essieux dans les roues de wagons et de locomotives, de courber à chaud les épaisses plaques de blindage qui doivent recouvrir les extrémités d'un bâtiment cuirassé. La fabrication des vins et des bières y trouve le compresseur le plus énergique, surtout si l'on emploie la vapeur comme force motrice. Mais personne n'ignore que cette merveilleuse multiplication de la force est obtenue aux dépens du temps employé à effectuer le travail. *Ex nihilo nihil :* rien ne se crée de rien. Un effet utile aussi considérable n'est obtenu que d'une manière insensible, de telle sorte qu'il faut un temps très-long pour le produire. C'est l'application du principe suivant, qui résume toute la philosophie

de la mécanique : *ce que l'on gagne en force, on le perd en vitesse;* et réciproquement, *ce que l'on gagne en vitesse, on le perd en force.*

En vertu de ce principe, c'est-à-dire par la nature même des choses, les machines que nous avons rapportées au premier groupe ne pouvaient donc permettre d'espérer que l'on affranchirait jamais, d'une manière éclatante, la puissance productive des sociétés humaines. Sans doute il était possible de faire rendre à la force musculaire, au vent et à la pesanteur, un travail mécanique irrésistible; mais aussi longtemps qu'on ne sortait pas de ces trois forces, on était condamné à subir la tyrannie du temps. Nul effort considérable ne pouvait être réalisé, comme aujourd'hui, à vue d'œil. Cet état de la production convenait encore à des sociétés dont les besoins s'éveillaient à peine et dont les mœurs étaient fatalement favorables à l'exploitation de la force musculaire, sous les noms d'esclavage ou de servage : il ne suffisait plus en aucune manière à l'ordre

nouveau qui tendit à s'établir en Europe dès le XVIe siècle. A cette époque, dans les grands centres de population, les mœurs avaient perdu de leur dureté primitive; en même temps, par le fait seul de la multiplicité de ces grands centres, on voyait des masses d'hommes de plus en plus nombreuses se montrer de plus en plus exigeantes en matière de logement, de vêtement, d'alimentation et de transports. Il devenait donc nécessaire, pour faire face aux besoins nouveaux, de mettre en œuvre des moyens mécaniques fondés sur un principe nouveau. Développer des forces énergiques au prix d'une grande perte de temps et d'une manière discontinue, étant désormais insuffisant, le problème industriel se posait nettement en ces termes : développer d'une manière continue des forces énergiques, pendant un temps très-court. Sous peine de tomber en rétrogradation, les Européens étaient tenus de découvrir une quatrième force capable de résoudre ce problème.

Cette force fut l'élasticité de la vapeur d'eau. Mais pour l'appliquer, il ne fallait rien moins que fonder une science nouvelle, adjoindre la physique expérimentale à la physique de raisonnement et d'observation pure : ce qui nécessitait avant tout la construction d'instruments propres à des expériences préconçues. Ces expériences, à leur tour, n'auraient jamais été instituées, si un petit nombre d'esprits supérieurs n'avaient eu la confiance que la nature obéit à des lois fixes dont la découverte n'est pas interdite à l'espèce humaine. Ainsi les recherches de Galilée, qui ouvrent la période moderne de la physique, les expériences de Torricelli, de Pascal, d'Otto de Guericke sur la pression atmosphérique, de Newton sur la lumière et la chaleur, de Black sur la vaporisation et le calorique latent, de Galvani sur l'électricité, d'Ampère sur le magnétisme terrestre, sont le produit immédiat d'une conception du système du monde, toute différente de la conception qui avait suffi aux

sociétés anciennes et suffit encore aujourd'hui aux Asiatiques, aux Africains, aux Océaniens, aux habitants de l'est de l'Europe et aux classes ignorantes de l'occident civilisé. Le thermomètre et le baromètre n'ont fait la machine à vapeur, que parce qu'ils sont eux-mêmes le résultat d'un progrès philosophique préalable. A partir de l'avénement de la physique expérimentale, on suit avec plus d'aisance l'enchaînement des progrès matériels que la science pure a engendrés, et l'on s'explique mieux l'influence des facultés de l'esprit sur la marche de l'industrie humaine.

La machine à double effet, celle qui fait agir la force élastique de la vapeur alternativement au-dessus et au dessous du piston, n'a pas été imaginée par Watt, du premier coup : elle a été précédée de la machine à simple effet, qui fut la première invention de Watt et que l'on emploie généralement aujourd'hui dans les exploitations de mines de houille, sous le nom de *pompe à feu*. Celle-ci n'est que le perfec-

sent plutôt la chaudronnerie que la physique : aujourd'hui encore, cet organe et le foyer qui lui transmet la chaleur sont construits sur des données empiriques; la méthode des sciences ne leur ayant été appliquée jusqu'ici que très-imparfaitement, ils donnent lieu à une consommation de combustible fort exagérée. Il n'en est pas de même du cylindre et du condenseur. Chacun sait que l'invention capitale de Watt a consisté à isoler, l'un de l'autre, ces deux organes qui, dans la machine défectueuse de Newcomen, n'en faisaient qu'un. Or cet immense progrès, qui assura le fonctionnement rapide et continu des moteurs à feu, ainsi qu'une économie énorme de charbon, aurait été impossible si Watt n'avait possédé la théorie physique de la condensation de la vapeur d'eau. D'autres mécaniciens auraient pu concevoir l'idée de séparer les deux organes; mais s'ils avaient ignoré cette théorie physique, ils seraient infailliblement arrivés à construire une nouvelle ma-

où les conditions climatériques font de l'extraction de la houille une question de vie ou de mort. En résumé, les hommes et les chevaux ne pouvaient fournir ni énergie, ni continuité, ni rapidité dans le travail ; la machine de Newcomen, qui remplaça la force musculaire, donna l'énergie, sans continuité ni rapidité ; la première machine de Watt donna l'énergie et la continuité, mais elle travaillait avec lenteur ; enfin, la deuxième machine de Watt réalise les trois effets ensemble, elle travaille énergiquement, toujours et vite.

Le rôle de la physique expérimentale s'accentue davantage à mesure que l'on s'élève dans chacune des phases de ce développement.

Dans la machine à simple effet de Watt, si nous faisons abstraction des pièces accessoires, nous n'avons à envisager que trois organes : — la chaudière, le cylindre et le condenseur. La chaudière ne doit pas nous arrêter, parce que les perfectionnements dont elle profita entre les mains de Watt intéres-

un poids donné de vapeur d'eau, ainsi que la température de l'eau froide et celle de la vapeur. Mais comment aurait-il pu faire un tel calcul si les physiciens de son époque n'avaient été familiers avec les phénomènes de la condensation et du calorique latent ? Comment enfin ces physiciens seraient-ils arrivés à constater que l'eau absorbe, en se transformant en vapeur, une quantité de chaleur précisément égale à celle que cette même vapeur restitue lorsqu'elle se convertit en eau, s'ils n'avaient possédé un instrument exact pour la comparaison des températures de l'eau et de la vapeur ? Cet instrument fut le thermomètre à mercure. Mais avant d'être l'appareil de précision que nous connaissons maintenant, avant de pouvoir se prêter à des recherches de cet ordre, le thermomètre dut passer lui-même par une série de perfectionnements indispensables à la science nouvelle.

Telle est la première filiation que l'histoire de la machine à vapeur permet d'établir, lors-

qu'on remonte de sa forme présente aux théories qui ont dégagé cette forme. Si maintenant on poursuit la filiation à travers les faits qui ont produit la machine atmosphérique, — ce précurseur de la machine à vapeur, — on est conduit en face d'un autre instrument d'expériences dans lequel le verre et le mercure jouent encore le premier rôle — en face du baromètre.

Nous avons dit que la machine de Newcomen était la réalisation de l'idée qu'avait eue Papin, d'utiliser la pression atmosphérique comme force motrice, et la vapeur d'eau pour faire le vide dans un vase fermé. Or il est évident que Papin n'aurait pas eu cette idée si les savants du XVII[e] siècle n'avaient démontré, par une foule d'expériences variées, que l'air exerce autour de lui, dans tous les sens, une pression considérable. Et les savants, à leur tour, n'auraient pu mettre cette vérité en évidence, s'ils avaient été privés du baromètre. Ajoutons que cet appareil a été

imaginé du premier coup, tel qu'il a fonctionné ensuite dans les diverses démonstrations de la pesanteur de l'air; tandis que le thermomètre a dû subir de nombreux perfectionnements pendant près de deux siècles, avant de pouvoir servir à la détermination des températures relatives de la glace, de l'eau bouillante et de la vapeur. Les dates portent ici leur enseignement avec elles. Torricelli invente le baromètre vers 1643, pour faire sa fameuse *expérience du vide*, qui devait suggérer quelques années plus tard, à Pascal, les expériences du Puy-de-Dôme et de la tour St-Jacques, à peu près au moment où Denis Papin venait au monde. Pendant la jeunesse de Papin, Otto de Guericke complète la démonstration de Torricelli et de Pascal, en produisant la machine pneumatique, dont les services permirent aux physiciens de peser l'air invisible. A partir de ce moment, les inventeurs peuvent essayer d'utiliser le poids de l'air à transporter d'autres poids. Aussi, moins de

quarante-cinq ans après l'apparition du baromètre, voit-on se produire la tentative de Papin, méconnue d'abord, mais dont le principe est bientôt repris et appliqué avec un demi-succès. La seconde phase de la création des moteurs à vapeur est de plus longue durée que la première : il faut attendre près de quatre-vingts ans le progrès qui fit de la pompe à feu de Newcomen la pompe à feu de James Watt. Une perte de temps aussi regrettable doit être exclusivement imputée à l'état d'imperfection du thermomètre, car à peine les dispositifs de Réaumur et de Celsius furent-ils connus, que tout aussitôt les physiciens s'en emparèrent et qu'en moins de vingt années la théorie de la chaleur fut élucidée d'une manière assez complète pour satisfaire aux besoins de la pratique industrielle. C'est que la construction d'un thermomètre définitif offrait des difficultés bien autres que celles inhérentes à la construction du baromètre. Dans les deux cas, il s'agissait de montrer aux yeux des faits

qui n'étaient point tombés jusqu'alors sous le sens de la vue. Seulement, pour franchir la première phase de la création de la force nouvelle, il suffisait de prouver que l'air est pesant ; tandis que, pour franchir la seconde, il fallait quelque chose de plus qu'une preuve, il fallait des mesures calorifiques nombreuses, délicates et précises. Il importe aussi d'ajouter que les expériences barométriques eurent cette bonne fortune d'être exécutées par des savants de premier ordre. Galilée observe le premier que l'eau s'arrête invariablement à la hauteur de trente-deux pieds, dans les tuyaux d'ascension des grandes pompes du palais ducal à Florence : Torricelli médite sur la constance de ce fait et, par un trait de génie véritable, imagine de répéter l'expérience avec un tube rempli de mercure ; enfin, presqu'aussitôt, le baromètre tombe entre les mains de Pascal, l'homme du dix-septième siècle qui cachait, sous les apparences du rêveur, le tempérament scientifique le plus vigoureux. Le ther-

nomètre, au contraire, n'a été manié que par le simples constructeurs ou des savants de second ordre, si l'on excepte Newton, qui réalisa un perfectionnement capital en substituant deux points fixes extrêmes aux graduations dont on s'était contenté jusqu'alors. Ainsi, le développement de la puissance productive des sociétés n'est pas dans la seule dépendance des conditions matérielles, qui paraissent tracer au progrès sa route à travers le temps. L'action de l'homme, en définitive, est souveraine. ici, comme dans toutes les choses qui font la grandeur et les difficultés de la vie, chez les êtres sociables.

La machine à vapeur n'a pas seulement amélioré le régime industriel des contrées dans lesquelles elle s'est établie : elle a fait quelque chose de plus important, s'il est possible. Issue des progrès de la physique moderne, elle a contribué, en retour, à imprimer à cette science un élan nouveau : elle a permis d'entrevoir cette théorie mécanique de la chaleur,

qui a servi de point de départ à des découvertes entièrement neuves, découvertes dont la puissance productive de l'avenir doit tirer le plus grand profit. Dans les dernières années du XVIIe siècle, les savants rompirent avec les incertitudes anciennes touchant les phénomènes physiques de la chaleur : mais ils remplacèrent ces incertitudes par une doctrine erronée qui a régné jusqu'à nos jours. Pour eux, les divers états de la matière, solide, liquide et gazeux, étaient dus à l'existence, dans les corps, d'un fluide impondérable qu'ils désignaient sous le nom de *calorique*. Il est reconnu désormais que ce fluide n'existe pas, et que la chaleur n'est qu'une manifestation particulière du mouvement des molécules des corps, un état vibratoire enfin. Il est reconnu aussi que la lumière, l'électricité, le magnétisme et l'affinité chimique sont des états vibratoires d'ordres différents : de telle sorte que les cinq forces ne sont que des modes distincts de mouvement, ce qui ramène d'un seul coup la physique et la chimie

à la mécanique. Or, ces hautes spéculations ont eu pour point de départ certaines réflexions sur la puissance motrice du feu, réflexions suggérées par l'étude attentive des faits qui se produisent dans l'intérieur du condenseur des machines de Watt.

Il serait impossible d'énumérer brièvement tous les services que le thermomètre et le baromètre ont rendus à la puissance productive. Rappelons seulement que ces deux petits appareils ont contribué, pour une grande part, à l'établissement de notre système de poids et mesures. Le premier élément de ce système est le mètre, qui exigea la mesure préalable d'un arc du méridien. Delambre et Méchain, qui exécutèrent cette mesure à l'aide d'observations et de calculs astronomiques, ne pouvaient se passer du thermomètre et du baromètre, sous peine d'arriver à des résultats défectueux, par suite de la réfraction atmosphérique. Dans ce même ensemble de mesures, introduit en Occident par les Français, l'unité

de poids n'a pu être obtenue sans le secours du thermomètre, puisqu'on a voulu que le gramme eût exactement le poids d'un centimètre cube d'eau, prise à la température qui correspond à son maximum de densité.

C'est au thermomètre, en quelque sorte, que les Etats du Nord de l'Amérique doivent leur prépondérance. Avant que Franklin et les baleiniers de l'Atlantique n'eussent fait des observations rigoureuses sur la température des eaux du *Gulf-Stream*, on ne connaissait pas les limites qui séparent ce courant chaud des masses d'eau glacées environnantes, à la hauteur de la Nouvelle-Ecosse, de New-York, des caps de la Delaware et de la Chesapeak. Aussi les ports de l'Amérique du Nord étaient-ils bien moins fréquentés que les ports du Sud. Mais lorsque le parcours du grand fleuve océanien eût été tracé avec précision, les navires purent éviter les froids rigoureux et les bourrasques de neige qui les obligeaient souvent, au cœur même de la belle saison, à fuir

vers le golfe du Mexique. Les ports du Nord purent être abordés par des voies sûres, et leur prospérité rapide servit à élever la puissance industrielle de l'Union américaine, — puissance qui paraît appelée à l'utile fonction d'effacer partout les derniers vestiges des civilisations militaires.

Rappellerons-nous que le baromètre a permis de faire les cartes géographiques des terres émergées, exactement comme la sonde permet de connaître le relief du fond des mers? Sans le baromètre, on ne comprend pas qu'il eût été possible d'entreprendre ces nivellements de l'Europe et de l'Amérique, qui ont jeté de si grandes clartés sur la géologie et rendu de tels services à l'établissement des chemins de fer.

Mentionnons enfin l'utilité capitale du thermomètre et du baromètre dans la météorologie. C'est le premier de ces instruments qui a conduit à connaître la distribution de la chaleur à la surface du globe, connaissance dont

l'agriculture ne pourra bientôt plus se passer. Quant au baromètre, n'est-ce pas d'après ses indications toujours sûres que le marin est prévenu de l'approche de la tempête, souvent même de la direction, de la force et de la nature du coup de vent qui doit l'assaillir? Il suffit de compulser le questionnaire que l'Amirauté anglaise a fait composer, dans ces dix dernières années, à l'usage des navigateurs en particulier et des voyageurs en général (1), pour avoir une idée du nombre et de l'importance des recherches utiles qui nécessitent l'emploi du thermomètre et du baromètre.

Pour terminer ce paragraphe, il nous faudrait maintenant énumérer les perfectionnements survenus dans les diverses branches de l'électricité, du magnétisme, de la lumière et de l'acoustique. Déjà, nous avons montré par quelle série de travaux la science

(1) *A Manual of scientific enquiry*, prepared for the use of officiers in Her Majesty's navy, and travellers in general. Londres, John Murray, Albermale street.

des phénomènes électriques avait dû passer, avant de produire la pile de Volta. Mais cette pile ne suffisait point encore pour donner naissance au télégraphe électrique. Disposée d'une façon convenable, elle fournit le courant nécessaire au fonctionnement de l'appareil ; elle ne donne pas le mécanisme. Avant de songer à utiliser le courant voltaïque pour la transmission des dépêches, les physiciens ont dû créer une branche nouvelle de la physique : il a fallu constituer, par les expériences d'Œrsted, d'Ampère et d'Arago, l'électro-magnétisme — dont le point de départ est dans l'observation de ce fait naturel, que la foudre dévie les aiguilles aimantées lorsqu'elle tombe dans leur voisinage. Vers 1820, un professeur de Copenhague, l'enthousiaste et persévérant Œrsted, parvint à mettre en évidence un fait qu'il soupçonnait depuis longtemps : il montra que l'aiguille aimantée s'écarte de sa position d'équilibre quand on fait circuler au-dessus ou au-dessous d'elle un courant vol-

taïque. L'action réciproque des aimants et des courants étant ainsi révélée, il arriva à l'électro-magnétisme cette bonne fortune d'attirer immédiatement l'attention d'un homme de génie : Ampère s'éleva, du premier coup, à des généralisations que les belles expériences de Faraday confirmèrent bientôt. D'autre part, l'expérience d'Œrsted était à peine connue que l'esprit si pénétrant d'Arago s'en emparait : on reconnut alors que le courant n'agit pas seulement sur l'aiguille de la boussole, mais aussi sur le fer doux qui n'a pas été préalablement aimanté. Les savants possédaient désormais un moyen pratique de donner et de retirer tour à tour, à ce métal, une aimantation artificielle. De proche en proche, la théorie rassemblait tous les éléments nécessaires à la construction d'un mécanisme électro-magnétique. Le génie inventif pouvait dès-lors se donner carrière. Sœmmering avait déjà songé à utiliser les décompositions chimiques produites par le courant ; Ampère proposa d'em-

ployer le galvanomètre pour la transmission des dépêches; enfin Wheatstone et Steinheil ont construit, les premiers, des télégraphes qui fonctionnaient régulièrement.

La lumière artificielle n'a point encore été l'objet de travaux scientifiques offrant ce caractère d'utilité pratique universelle. Cependant notre siècle a vu les plus merveilleuses expériences touchant la vitesse de propagation de la lumière : il suffit de rappeler à cet égard les noms d'Arago, de Wheatstone, de MM. Fizeau et Bréguet, Léon Foucault et Froment. La mesure de la vitesse de la lumière à la surface de la terre est l'un des plus séduisants problèmes de la physique expérimentale, à cause des rapports qu'elle établit entre cette science et l'astronomie. Nul ne peut dire ce qu'il adviendra de ces hautes recherches. Il était permis de croire, il y a vingt ans, que les formes, les distances, les grandeurs et les mouvements des astres nous étaient seuls accessibles, et que nous ne pourrions jamais

étudier par aucun moyen les phénomènes physiques et chimiques relatifs à ces mondes éloignés. Cependant les observations sur les taches du soleil et les orages magnétiques, sur la lumière des comètes et la courbure des queues de ces météores, ont rapidement conduit à la constitution d'une science nouvelle, l'astronomie physique. Plus récemment, l'analyse attentive des raies du spectre solaire et la comparaison de ces lignes avec celles que produisent les flammes de métaux bien connus, nous ont donné de lire, par la physique, dans la composition chimique du soleil. Étendue aux autres corps célestes, la même méthode permet d'acquérir chaque jour de nouvelles connaissances, touchant la nature des éléments minéraux dont se composent ces corps. Il est impossible de conjecturer ce que la puissance productive des habitants de la terre doit gagner à cet agrandissement inattendu de l'astronomie. Mais n'est-ce pas déjà un surcroît de force que ce sentiment nouveau qui se déve-

loppe dans l'homme moderne, lorsqu'il lui est donné de pénétrer de plus en plus avant, dans les entrailles de la création universelle?

Si nous descendons de ces hauteurs pour nous demander ce que les applications de la théorie physique de la lumière ont produit d'utile dans la vie de chaque jour, nous trouvons les lampes Carcel, le gaz, la lumière électrique, et cette belle ceinture de phares qui s'allume chaque soir au coucher du soleil, sur toute l'étendue des côtes d'Europe. Le problème résolu par la plus simple de nos lampes actuelles est un problème très-complexe, intéressant à la fois la physique et la chimie. Le gaz produit par la distillation de la houille, en éclairant nos lieux publics, nous a rendus plus exigeants pour le mode d'éclairage des côtes maritimes, qui est surtout le résultat des beaux travaux d'optique de Fresnel, des expériences d'Arago et de l'habileté mécanique de l'opticien Soleil. Ce mode d'éclairage a rendu à l'industrie des transports

maritimes des services dont elle ne pouvait plus se passer. Les phares n'empêchent pas seulement bien des naufrages; par cela qu'ils permettent d'entrer au port, de nuit comme de jour, ils abrégent les voyages, diminuent le fret et les primes d'assurances, ce qui se traduit par une augmentation notable dans le mouvement des voyageurs, des dépêches et des marchandises. C'est la lumière enfin qui a produit l'invention de Daguerre et la photographie, dont la portée sociale est immense, au point de vue de l'éducation esthétique des Européens.

La dernière branche de la science générale qui nous occupe est l'acoustique. L'étude de la production et de la propagation des ondes sonores dans les milieux élastiques, en rendant compte des phénomènes qui influent sur les qualités des sons, acquiert par cela même une valeur pratique immédiate. Sans parler des applications qui peuvent en être faites avec avantage, dans la construction des édifices pu-

blics, on peut citer l'immense développement qu'a pris, de nos jours, la fabrication des instruments de musique. Les lois qui règlent les vibrations des cordes et des tuyaux n'étaient point connues, antérieurement au XVII[e] siècle : il était donc matériellement impossible, avant cette époque, de rendre familières à un grand nombre d'individus les belles compositions musicales, si ce n'est par l'intermédiaire du chant. Les constructeurs d'instruments ne pouvaient alors travailler que pour les églises, les palais et les châteaux : le théâtre et les autres appareils d'éducation collective n'existaient qu'à l'état rudimentaire, en même temps que le foyer domestique était presque universellement fermé aux jouissances de l'art musical. Cet art, en un mot, se réduisait à des aspirations qui ne pouvaient être développées, faute d'instruments propices. Dans ces conditions, le nombre des belles œuvres s'accroissait avec une lenteur extrême, et comme le milieu ne se trouvait pas favorable à l'épanouissement

de ces œuvres, les artistes étaient rares. Avec le XVIIIe siècle, l'art musical prend son essor, parce que les progrès de l'acoustique ont permis de remplacer des idées vagues par des règles fixes. Les compositeurs, les constructeurs et les exécutants se multiplient : l'instrument de musique devient un meuble de la maison; l'opéra, le concerto, la symphonie élèvent l'idéal humain dans tous les sens. Désormais le travailleur possède un moyen d'apaiser les soucis que lui font les difficultés de sa tâche et les misères de la vie en société. Pour le penseur, qui contribue dans une si large mesure, au développement de la puissance industrielle, une belle exécution musicale est une véritable détente de l'esprit. Ainsi, en permettant depuis deux siècles, de traduire en langue humaine les aspirations, les désirs, les joies et les douleurs de notre race, la science des sons a véritablement donné un ressort de plus à nos énergies productives.

Nous ne devons pas omettre, à ce sujet, de

mentionner le concours efficace que l'électricité vient d'apporter à l'acoustique. En faisant servir la lumière électrique à projeter, sur un large écran, l'image agrandie des vibrations sonores, on a pu apporter dans l'étude de ces phénomènes un élément d'investigation incomparable. De même que le baromètre a fait voir les mouvements de la chose invisible que nous appelons l'air, de même cette combinaison permet de voir les vibrations des ondes invisibles produites dans ce milieu. Des essais, très-imparfaits encore, mais qui ne font peut-être que devancer le temps, ont permis d'obtenir sur une plaque sensible une espèce de photographie des ondes sonores émises par la parole humaine. Il semble que ceci devrait être la dernière limite du possible et du merveilleux : et cependant les résultats qu'a entraînés la physique expérimentale depuis Galilée autorisent de bien autres espérances.

c'est cet appareil qui a permis à Lavoisier de faire pour la chimie ce que Torricelli et Pascal, armés du baromètre, ont fait pour la physique, — c'est-à-dire de constituer une science expérimentale, susceptible de donner satisfaction à des besoins définis.

Vers la fin du XVIII[e] siècle, les savants croyaient toujours que la combustion des corps s'opère en vertu du dégagement d'une substance particulière appelée *phlogistique*. De là il résultait que les corps devaient perdre de leur poids par la combustion; et, à deux ou trois exceptions près que l'on ne s'expliquait point, cette croyance était tellement conforme à la seule apparence des choses, qu'il ne venait à l'idée de personne d'en douter, à plus forte raison d'en vérifier l'exactitude. Mais le doute salutaire s'était glissé dans l'esprit de Lavoisier, grâce à l'influence que la philosophie de Condillac avait exercée sur lui. La réforme de la chimie commença donc par des pesées, — autrement dit, selon le précepte

de Bacon, par la mesure impartiale des choses. Grâce à une suite de perfectionnements introduits dans la balance par les besoins du commerce, l'extension des principes de justice dans les échanges, le développement de certaines industries de précision comme l'horlogerie, et surtout par les exigences du trafic des monnaies et des pierres fines, cet instrument avait acquis une sensibilité merveilleuse. Ce n'était plus cette application grossière de la théorie du levier, qui suffisait aux premiers Romains, alors que l'épée de Brennus pouvait trouver place dans l'un des plateaux : la délicatesse des nouveaux appareils en avait fait, au siècle dernier, de véritables instruments à l'usage des sciences. Il faut ajouter que les nombreuses recherches dont la physique expérimentale était l'objet, depuis plus d'un siècle, avaient rendu familier aux savants le maniement de la balance. Les chimistes s'en servaient fréquemment eux-mêmes, pour peser les substances qu'ils voulaient allier ou combi-

ner. L'emploi supérieur que Lavoisier sut faire de la balance en chimie fut surtout le résultat de cette pensée profondément neuve pour l'époque : — *Rien ne se perd, rien ne se crée.* Cette formule revient plus d'une fois dans les écrits de Lavoisier : appliquée à l'étude des phénomènes chimiques, elle devait tout naturellement le conduire à vérifier si, pendant la combustion des corps, il y a véritablement perte de matière. La balance chimique lui montra, — et seule elle pouvait le lui montrer, — que c'est l'inverse qui se produit. De là cette magnifique découverte de l'oxygène, qui amena dans la science et dans ses applications le progrès que chacun sait.

Il se produisit sur ce point quelque chose d'analogue à ce qui s'était produit en physique pendant le siècle précédent. Vers le temps de Pascal, l'exemple si frappant de la presse hydraulique, développant un travail considérable, bien qu'au prix d'une grande dépense de temps, avait rendu sensible ce grand principe

de mécanique générale : — *Tout ce que l'on gagne en force, on le perd en vitesse*; principe qui n'était qu'une anticipation de la formule chimique : — *Rien ne se perd, rien ne se crée.* Dans les deux cas, l'esprit humain s'était fait une jeunesse nouvelle, parce qu'il avait accepté de borner ses ambitions à ce que permet la nature des choses.

On ne peut lire sans admiration les mémoires de Lavoisier à l'Académie des sciences : il semble que l'on assiste à l'éclosion d'un nouveau monde. Et l'on voit clairement que ce monde est sorti de la mise en pratique des principes formulés antérieurement par quelques penseurs.

Le réformateur de la chimie n'a jamais dédaigné d'entrer dans les plus minutieux détails des opérations qu'il poursuivait : c'est ainsi que nous sommes initiés à tout ce que renfermait son laboratoire. En outre d'une forte balance dont le fléau mesurait 3 pieds de long, ce sanctuaire en possédait deux autres : l'une

pesant jusqu'à dix-huit ou vingt onces, à la précision du dixième de grain; l'autre, ne pesant que jusqu'à un gros, et rendant très-sensibles les demi-millièmes de grains. Ces trois balances étaient rigoureusement bannies du laboratoire aussitôt que les pesées étaient faites, afin d'éviter l'influence corrosive des acides. Lavoisier vérifiait lui-même, à chaque instant, l'exactitude des poids dont il se servait. La méthode des doubles pesées de Borda vint donner, quelques années plus tard, un surcroît de précision à la mesure des quantités de matières employées dans les expériences. La détermination du poids et de la pesanteur spécifique des liquides, celle du poids et du volume des substances aériformes, exigeaient l'emploi d'appareils autres que la balance; appareils qui durent être, pour la plupart, inventés ou perfectionnés à cette époque, et au premier rang desquels il faut placer la cloche graduée. Comme conséquence, le baromètre et le thermomètre devinrent indispensables :

du moment où l'on voulait des observations précises et des expériences non équivoques, il fallait tenir compte des corrections à apporter au volume des gaz, par suite de leur température et de leur pression. Le chimiste dut encore faire appel à la physique pour mesurer, au moyen du calorimètre, les quantités de chaleur dégagées pendant la combustion des corps. Ces mêmes corps, il fallait les mettre en présence dans des conditions très-diverses; d'où la nécessité d'opérations, telles que la trituration, le tamisage, le lavage, la filtration et la décantation, pour arriver à les diviser mécaniquement; d'où encore, ces nombreux moyens que la chimie emploie pour écarter, les unes des autres, les molécules des corps sans les décomposer, et aussi pour les réunir. La solution des sels, l'évaporation, la cristallisation et la distillation simple, sont au nombre de ces moyens. Il fallut imaginer aussi des appareils très-compliqués et des méthodes pour opérer la décomposition et la recom-

position des substances mixtes. La fameuse expérience de la décomposition de l'eau en est un exemple. Enfin, les recherches relatives à la combustion proprement dite exigèrent des instruments appropriés, et conduisirent à étudier scientifiquement les opérations que l'industrie exécute lorsqu'elle veut agir sur les corps à de très-hautes températures.

Comme on le voit, il a fallu, pour fonder la chimie au siècle dernier, des instruments plus compliqués et beaucoup plus nombreux que ceux à l'aide desquels les physiciens du dix-septième siècle ont préparé l'avénement de la machine à vapeur. Mais ces instruments eux-mêmes n'auraient pas suffi aux besoins de la science nouvelle, si Guyton de Morveau n'avait, avec le secours de Lavoisier, créé la nomenclature chimique.

Depuis la Renaissance, la liste des corps utilisés dans les fabriques ou étudiés dans les laboratoires s'était considérablement augmentée; mais comme aucune méthode ne prési-

lait à leur classification, il en résultait que les découvertes nouvelles, en se multipliant, venaient apporter dans le langage des chimistes une confusion toujours croissante. Les corps composés recevaient des noms arbitraires qui rappelaient tantôt leurs inventeurs, tantôt leurs propriétés physiques et leurs vertus médicales, quelquefois même les anciennes théories des alchimistes. Parmi ces dénominations, les plus rationnelles ne pouvaient encore échapper à l'inconvénient d'être les plus longues. Au lieu des trois mots qui nous servent, par exemple, à désigner aujourd'hui l'*arséniate de soude*, on en employait huit, et l'on disait : *sel neutre arsénical à base d'alcali minéral*. Personne n'ignore que la publication de l'Encyclopédie méthodique fut la cause déterminante de cette grande réforme. Guyton de Morveau ayant pris pour lui, dans cette œuvre immense, une très-grande partie du dictionnaire de chimie, fut mieux que personne à même de juger de l'inextricable con-

fusion que présentait alors le vocabulaire des chimistes. Dès l'année 1782, il groupait dans un même tableau logique les noms de cinq cents substances au moins. Aussitôt des savants, tels que Lavoisier, Berthollet, Fourcroy, s'empressèrent d'adopter ou de perfectionner le nouveau langage. Il faut observer qu'une telle simplification eût été impossible si Lavoisier n'avait préalablement substitué sa théorie de la combustion à celle de Stahl, puisque le fondement de la nomenclature chimique est la connaissance des combinaisons que l'oxygène forme avec les corps simples.

Armée de la doctrine de Lavoisier, de l'outillage imposant et précis dont nous avons parlé précédemment, enfin de la nomenclature de Guyton de Morveau, la chimie nouvelle réalisa des prodiges à la fois dans le champ de la théorie et dans celui des applications. Les instruments à la main, il fut démontré que les corps, quels qu'ils soient, ne

se combinent entre eux que suivant des proportions définies. Comme conséquence, Berzélius et ses contemporains purent dresser la liste des équivalents chimiques. Avec ces équivalents, le praticien peut aujourd'hui s'élever jusqu'à la prévision des résultats qui attendent ses combinaisons les plus compliquées, et c'est par là qu'il se distingue si nettement des chimistes anciens. Ceux-ci ont fait de très-grandes découvertes, mais ils ne les ont jamais prévues, si ce n'est dans des circonstances tout à fait exceptionnelles. Or, la puissance productive est languissante aussi longtemps qu'elle se trouve réduite à attendre le progrès, soit d'un concours de choses fortuites, soit de l'intuition d'un grand esprit. Il lui faut un ensemble de certitudes basées sur des méthodes fixes qui soient accessibles à la moyenne des intelligences. Comme cette moyenne forme un nombre considérable dans l'humanité, il est alors impossible que les découvertes fassent défaut. Le plus grand bienfait de ces méthodes, en un

mot, est de donner au vulgaire des moyens d'investigation et des idées fécondes, idées et moyens que les plus grands génies des temps passés ont ignorés. La loi des proportions définies, pour ne citer qu'un exemple, permet aujourd'hui au moins intelligent des élèves d'une école d'agriculture, de comprendre le circuit de la vie à la surface du globe. Il voit, dans le tas de fumier qu'il répand sur le sol, le dernier terme de ce trajet qui embrasse tout. Un poids donné de détritus animaux n'est, à ses yeux, que l'équivalent d'un autre poids de substances végétales, produites elles-mêmes par la transformation d'un certain poids de matières minérales. La statique chimique des êtres organisés conduit ainsi, non-seulement à une vue philosophique inébranlable touchant l'un des aspects du système du monde, mais encore à s'éloigner de plus en plus de la pratique des civilisations dévastatrices qui occupent une si grande place dans l'histoire. Ces civilisations ont épuisé les territoires qu'elles

ont occupés : notre civilisation moderne arrive, au contraire, à leur restituer une somme de richesses plus grande que celle dont ils étaient capables autrefois ; et il est incontestable que ce résultat si nouveau est dû à l'intervention des sciences en général, de la chimie en particulier.

Nous achèverons de donner un aperçu des services rendus par cette science à l'industrie, en choisissant quelques autres exemples dans les quatre catégories du logement, du vêtement, de l'alimentation et des transports.

Le verre, que nous avons vu jouer un si grand rôle dans l'amélioration du logement, paraît avoir été l'un des premiers triomphes de la chimie ancienne. Au IVe siècle avant notre ère, il existait déjà des verreries phéniciennes à l'embouchure du fleuve Bélus, dans la Méditerranée. Ce lieu est effectivement propice : une immense plage de sable règne sur tout le littoral de Saint-Jean-d'Acre, et les anciens faisaient leur verre principalement avec du

sable marin. Les parures de verre taillé et doré que l'on a trouvées sur quelques momies de Thèbes et de Memphis, indiquent aussi que cette industrie s'était développée de très-bonne heure dans la vallée du Nil, où les conditions du gisement de la matière première sont identiques. Cependant, malgré leurs relations avec la Syrie et l'Egypte, les Romains ne commencèrent de fabriquer le verre que sous Néron ; il est vrai que cette industrie prit immédiatement à Rome un essor prodigieux; deux cents ans après J.-C., il fallut parquer les verreries dans un quartier séparé de la ville. Ce fut au moyen âge que la fabrication du verre s'introduisit à Venise et en Bohême: grâce à l'extrême pureté des matières vitrifiables que l'on trouve abondamment dans ce dernier pays, elle y acquit une supériorité qui s'est transmise jusqu'à nos jours. Mais la consommation de verre, dans l'antiquité et au moyen âge, n'était pas très-considérable en Europe ; les fabricants pouvaient donc se bor-

ner à employer des matières qu'ils avaient sous la main, unies à d'autres matières plus rares et par conséquent très-coûteuses. Ce n'étaient point là de bonnes conditions industrielles. Aujourd'hui encore, presque tous les verres de Venise et de Bohême sont à base de potasse : or, la potasse du commerce, fabriquée dans les forêts de l'Amérique, de la Russie, de la Hongrie et des Karpathes, est d'un prix relativement élevé. Aussi, pour imprimer une vive impulsion à cette industrie, pour la rendre véritablement européenne et universelle, était-il nécessaire que les arts chimiques découvrissent un substitutif économique de la potasse. Les verriers de l'Angleterre, de la France et d'une grande partie du continent, furent ainsi amenés à faire usage du carbonate de soude extrait des plantes marines. Mais ce produit n'avait pas lui-même un caractère suffisant d'universalité. Les fabriques ne pouvaient guère s'éloigner de certains rivages maritimes. A l'époque de la Révolution fran-

çaise, notre pays, privé des soudes qu'il tirait des côtes d'Espagne, dut aux récents progrès de la chimie la découverte du procédé Leblanc. Ce procédé, qui s'est rapidement généralisé parce qu'il ne nécessite plus des conditions naturelles spéciales, fut le résultat de recherches très-assidues de la part du chimiste Lametherie et de son élève Leblanc. Dans cette fabrication, le sel marin est transformé par l'acide sulfurique en sulfate de soude, qui passe plus tard à l'état de carbonate de soude, en présence de la chaleur, du charbon et de la craie. La craie, le charbon, le sel sont des substances que l'on trouve abondamment dans tous les centres industriels; l'acide sulfurique seul nécessite une élaboration importante; aussi, l'impulsion donnée aux verreries, aux fabriques de savon, à toutes les industries enfin qui font usage de la soude, n'aurait-elle pu se produire, si la chimie ne donnait encore le moyen de fabriquer l'acide sulfurique en grandes masses et à bon mar-

ché. Enfin, comme l'acide sulfurique est le plus utile des réactifs dont les chimistes disposent, celui qui a le plus contribué à la découverte de nouvelles substances, on voit que la science pure a produit ici encore ce double résultat de rendre des services immédiats à la puissance productive, tout en se donnant à elle-même des moyens d'investigation nouveaux.

L'industrie du logement emprunte encore à la chimie ces mille produits dont se passait la civilisation de nos ancêtres, et qui sont devenus pour nous d'impérieuses nécessités. La décoration de nos papiers d'appartements, le vernis de nos meubles, la porcelaine de nos vases de fleurs, les dispositifs qui nous permettent de nous éclairer, soit à l'huile, soit au gaz, sont des conquêtes de la chimie. La plupart de ces choses existaient, sans doute, avant Lavoisier et la Nomenclature, mais seulement à l'état d'exception; elles ne pouvaient alors appartenir qu'à un petit nombre de pri-

vilégiés, et sous ce régime la civilisation arrivait forcément à se localiser. Au contraire, cette civilisation revêt un caractère de grandeur irrésistible par son universalité, aussitôt que la chimie permet de fabriquer à bon marché l'acide sulfurique, la soude artificielle, les couleurs, les vernis, le papier, la porcelaine, l'huile, le verre, le gaz. Quelle merveille, entre autres créations de la chimie moderne, que ce petit morceau de bois qui permet, avec un peu de phosphore et de chlorate de potasse unis ensemble, de transporter en tous lieux la lumière et le feu latents! cette allumette chimique dont les premiers perfectionnements datent d'hier.

Les produits que nous venons d'énumérer n'intéressent pas moins les trois autres catégories du vêtement, de l'alimentation et des transports. La fabrication du savon, la teinture des étoffes, la production des engrais, l'extraction du sucre végétal, la dorure et l'argenture des métaux vils, toutes ces choses qui sont

dues à la chimie, ont rendu la vie en société, au dix-neuvième siècle, incomparablement meilleure que l'existence des plus fortunés des anciens. Mais c'est, par-dessus tout, dans le travail du fer que la science nouvelle a déjà rendu et qu'elle doit rendre encore les plus grands services. Toutes les industries sont tributaires des arts métallurgiques, et ceux-ci, à leur tour, sont tributaires de l'art d'exploiter les combustibles végétaux et minéraux. En dernière analyse, si la théorie de la combustion a renouvelé la face de la chimie, c'est aujourd'hui la pratique de la combustion qui intéresse le plus la puissance productive des sociétés humaines. Mais nous nous trouvons ici, du moins en ce qui concerne la métallurgie du fer, dans la nécessité d'avouer que la science nouvelle ne peut aspirer, dès aujourd'hui, à se substituer à une routine de trente siècles. Cette science a déjà fait beaucoup en nous apprenant à connaître les corps dont se compose un minerai, ses propriétés et la raison d'être des réac-

tions qui se manifestent dans les opérations industrielles; mais elle n'a presque rien ajouté à ce que les anciens nous avaient transmis touchant l'art de fondre les minerais. Le prodigieux essor imprimé à la production du fer, pendant ces vingt dernières années, doit être surtout attribué au perfectionnement de l'outillage et à l'impulsion que les besoins de la puissance productive ont donnée aux recherches des gîtes houillers. Les procédés mécaniques, en un mot, beaucoup plus que les réactions chimiques, ont fait le travail du fer ce qu'il est.

Il faut mentionner cependant les heureuses tentatives de fabrication de l'acier, connues sous le nom de procédé Bessemer. L'industrie des transports sur les chemins de fer a déjà tiré des profits réels de ce procédé, qui opère directement la conversion de la fonte en acier, par le passage d'un courant d'air forcé à travers le métal en fusion. Il viendra certainement un jour où l'acier fondu pourra être

obtenu à bas prix, et ce sera avec l'aide de la chimie. Or, il est à croire que la puissance productive des sociétés civilisées verra alors une révolution analogue à celle qui a marqué en Europe le passage du bronze au fer, et plus tard, comme conséquence, l'avénement de la poudre à canon. Remplacer, dans un grand nombre de cas, des masses de fer lourdes, encombrantes, peu durables et difficiles à manier, par de l'acier fondu, soudable, tenace, léger et de longue durée, fabriqué en grandes quantités et à bas prix, ce ne sera point seulement donner une impulsion nouvelle à la métallurgie, aux chemins de fer, à la navigation, à l'exploitation des mines et aux innombrables besoins des arts utiles; ce sera encore, en introduisant dans l'art de la guerre une substance plus résistante que les armures actuelles, provoquer l'application usuelle d'une force plus terrible que la poudre à canon.

Les progrès que la chimie doit amener dans

la pratique si défectueuse de la combustion auront bien d'autres conséquences. Les mines de houille, on le sait aujourd'hui, ne sont pas inépuisables; et cependant, par notre manière barbare d'utiliser la chaleur des combustibles fossiles, nous gaspillons souvent la plus grande partie de cette chaleur. Nos foyers industriels et surtout nos cheminées d'appartement, n'ont pas assez profité des merveilles réalisées par la science : mais en se rappelant que les travaux des physiciens des dix-septième et dix-huitième siècles sur la chaleur nous ont valu la machine de Watt, l'on est fondé à attendre quelque résultat non moins extraordinaire, des travaux des chimistes modernes sur la combustion (1).

Du reste, pendant que le charbon s'épuise, on découvre de nouvelles sources de chaleur artificielle dans le sein de la terre : tels sont les

(1) Voir entre autres :
Mémoire sur la chaleur dégagée dans les réactions chimiques (Annales de chimie, 4e série, t. VI, p. 304), par M. Berthelot.

hydrocarbures — les uns liquides, les autres gazeux — que l'on a rencontrés abondamment en Amérique, en Asie et dans l'est de l'Europe, et dont la chimie sait déjà tirer un si grand parti pour l'éclairage. Avant quelques années sans doute, les chimistes nous mettront à même de brûler avec économie et sans péril ces nouvelles substances, qui semblent être en voie de formation incessante dans l'intérieur de la terre. Les belles recherches dont cette question est l'objet en France (1) doivent conduire à des applications nouvelles en industrie; peut-être même à faire la découverte si importante du *moteur capable de développer*, D'UNE MANIÈRE CONTINUE, *un travail mécanique très-considérable*, *sous un poids et un volume restreints* — découverte

(1) Au laboratoire de l'école Normale supérieure de Paris, où M. Henri Sainte-Claire Deville a institué des expériences comparatives sur une grande échelle.

Voir le premier mémoire de ce savant *Sur les propriétés physiques et le pouvoir calorique des hydrocarbures liquides* (Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 9 mars 1868).

qui aurait des conséquences très-heureuses pour le perfectionnement moral de l'espèce humaine.

L'intérêt qui s'attache au fer, au charbon et aux hydrogènes carbonés nous conduit à dire quelques mots d'une science à laquelle la chimie prête depuis quelque temps son précieux auxiliaire.

La géologie, telle qu'elle commence aujourd'hui d'être comprise des savants et des ingénieurs, est le champ d'application de toutes les sciences, mais particulièrement de la Mathématique et de la Chimie. Ici encore le savoir abstrait fournit aux besoins de la pratique un certain nombre de données immédiates. On sait que l'observation des montagnes révèle une certaine constance dans l'orientation des couches de terrains. En systématisant un grand nombre d'observations faites dans des mines métalliques, Werner a montré que, dans un même district, tous les filons d'une même nature doivent leur origine à des fentes

parallèles entre elles, ouvertes en même temps et remplies ensuite durant une même période, et que les fractures qui affectent des directions non parallèles, correspondent à des époques différentes. Enfin, M. Élie de Beaumont, dans une théorie dont on peut facilement abuser, mais qui est l'un des beaux exemples de la faculté de généralisation dévolue à la race blanche, a étendu cette double proposition du professeur de Freyberg à toutes les dislocations que présente l'écorce minérale de notre globe. De ce dernier travail est résultée une féconde application de la géométrie pure, à la recherche des mines (1). Le sphéroïde terrestre a été idéalement enlacé par un système de figures simples, qui rallient, sous le nom de *réseau pentagonal*, toutes les chaînes de mon-

(1) Les écueils sous-marins, ainsi que l'a montré M. Élie de Beaumont, peuvent être recherchés par la même méthode. Plus récemment, en essayant de faire la critique du réseau pentagonal, des géologues américains ont établi divers rapports d'une grande valeur pratique entre les axes de soulèvement et les vallées de dénudation.

tagnes et les cours de tous les grands fleuves. Dès lors, comme les produits minéraux qui alimentent nos industries sont des produits d'éruption ou d'infiltration bien caractérisés, qui n'ont pu se faire jour qu'à travers les fissures de la croûte consolidée; comme, d'autre part, l'ensemble des douze pentagones réguliers qui enserrent le sphéroïde est le seul canevas qui permette de grouper rationnellement toutes ces fissurations, un tel réseau devient, entre les mains de l'explorateur, le guide le plus précieux pour la découverte des gisements. C'est ainsi que M. de Chancourtois a pu réussir à discerner dans les mailles de ce réseau des épanchements de matières utiles — comme le fer, les hydrocarbures, le sel — rigoureusement distribués le long de certains arcs de grand cercle qui ont parfois une étendue de plusieurs milliers de lieues. La Science fait donc mieux que d'améliorer nos procédés de travail : elle arrive encore à grouper, dans un petit nombre de faisceaux régulièrement

disposés, les accidents, si confus en apparence, qui font la structure de notre planète, et à montrer que les espèces minérales doivent être cherchées le long de ces faisceaux. Mais pour découvrir la position exacte des matériaux que le travail humain doit mettre en œuvre, il faut davantage : le concours de la Chimie est indispensable.

Tous les produits minéraux utilisés dans l'Industrie proviennent directement ou indirectement, par voie de composition ou de décomposition, d'immenses laboratoires intérieurs, dont la nature et la forme nous sont inconnues, mais qui ont rejeté ces produits à différentes époques et sous des états très-divers. Les volcans en activité sont les cheminées de ces laboratoires pendant la période actuelle. Les volcans éteints sont des cheminées obstruées, qui furent ouvertes autrefois. Enfin les chaînes de montagnes non volcaniques occupent des emplacements où les métamorphoses de la matière se sont opérées à

des profondeurs beaucoup plus grandes, hors d'atteinte, peut-être, des appels d'air extérieurs. Sur les volcans actifs, l'analyse chimique a déjà constaté qu'il existe un ordre rigoureux de distribution des matières rejetées par ces cavités souterraines. Armée de ce résultat, elle étudie en ce moment la distribution des mêmes matières autour des volcans éteints. Les Français Gay-Lussac, Boussingault, Charles Sainte-Claire Deville; les Anglais Humphry Davy et Daubeny; l'Allemand Bunsen; l'Italien Spallanzani, ont tour à tour agrandi ce champ d'études. Il est prouvé aujourd'hui que les volcans actifs sont des centres de fabrication de la plupart des produits dont nous faisons journellement usage dans l'industrie ou dans la vie domestique—sel marin, soufre, chaux, potasse, bitume, acide carbonique, fer, cuivre, etc. — et de plus, que ces matières, loin d'être jetées confusément çà et là dans les terrains volcaniques, s'y trouvent ordonnées suivant trois zones bien définies et

constantes. L'application de ce grand fait aux recherches des mines, soit dans les pays traversés par des lignes de volcans éteints, soit parmi les régions montagneuses ou sur le trajet des grandes fractures, est tout naturellement indiquée comme l'auxiliaire indispensable des données mathématiques déjà résumées dans le réseau pentagonal.

La chimie, entre les mains des Français Buffon, Berthier, Ebelmen, de Sénarmont, Daubrée, Delesse et les deux Deville; des Allemands Haussmann et Mitscherlich; des Anglais sir James Hall et Percy; des Américains Rogers et Sterry Hunt, a contribué encore à fonder une branche nouvelle et extrêmement importante de la science des roches et des métaux — la géologie expérimentale. Ce n'est point par les hypothèses des philosophes que l'on arrivera à connaître les procédés qui ont fait la croûte du globe; mais par de longues et patientes recherches de laboratoire. La chimie des premiers âges de notre planète doit con-

tribuer à faire la lumière dans l'esprit des philosophes eux-mêmes : la production artificielle d'un granite ou d'une météorite, par exemple, serait un événement de la plus haute importance, non moins pour les généralisateurs que pour les savants purs ; et comme elle marquerait une victoire nouvelle de l'Homme sur le Temps, l'Industrie en tirerait un profit immédiat.

Il nous faut enfin mentionner l'un des beaux travaux qui ont fondé la chimie organique — science entièrement inconnue au commencement de ce siècle, et dont l'influence sur la manière de penser des modernes peut être un jour considérable.

Chacun sait que la fermentation du sucre produit, en même temps que de l'acide carbonique, une substance composée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, qui sert de type à la classe des corps connus sous le nom d'alcools. La fermentation du vin donne naissance au plus populaire de tous ces corps.

Mais le sucre et le vin sont des matières organiques, nécessairement plus complexes que les matières inorganiques. Or M. Berthelot est parvenu à produire de l'alcool, en mettant des éléments inorganiques en présence, et les faisant réagir sous l'influence de la *chaleur* et de la *durée*. De même, divers corps gras dont l'un est la base du beurre, certains carbures d'hydrogène, le liquide sécrété par les fourmis et appelé acide formique, en un mot, *plusieurs espèces chimiques existantes dans les corps vivants*, ont été reproduites, comme l'alcool, par voie minérale. La formation, de toutes pièces, d'une matière manifestement organique, avait toujours été considérée comme un problème insoluble : aujourd'hui ce problème est résolu. Sans doute, il y a encore beaucoup à faire pour arriver à la synthèse des substances organisées : pour fabriquer de la fibrine par exemple. Alors même que les chimistes seraient disposés à aborder cette difficulté grandiose, il est certain qu'ils n'en triompheraient pas sur-le-

champ. Les questions de cette nature sont fort difficiles, n'ayant rien de moins pour objet que de vaincre le Temps — celui qui a construit toute chose, en toute liberté, jusqu'au moment de la création des sciences expérimentales par l'Homme. Pour réaliser la synthèse des carbures d'hydrogène et des alcools, M. Berthelot a dû imprimer à ses récipients jusqu'à six mille secousses et plus, et laisser quelquefois ses mélanges en présence de la chaleur, pendant des mois entiers : ses recherches sur l'affinité ont montré que, à la température ordinaire, il aurait fallu compter par années. Cependant la construction des tissus vivants est une œuvre bien autrement complexe, accomplie à travers un passé démesurément long. Avant que l'Homme ne parvienne à reproduire, dans ses laboratoires, des substances douées de vie, il est donc indispensable qu'il perfectionne beaucoup ses théories et son outillage, c'est-à-dire ses moyens d'action sur le Temps. Il s'agit ici, en effet, d'acquérir une puissance formidable

— celle de faire apparaître, dans la durée si courte d'une vie d'homme, des substances que la Nature a produites seulement après des millions d'années d'élaboration continue sur les types inorganiques.

Le rôle qu'a joué la balance dans l'établissement de la chimie nous autorise à terminer ce chapitre par une réflexion qui a dû se présenter à l'esprit de tous nos lecteurs. Nous l'avons dit plus haut, les perfectionnements que les Européens ont apportés à la balance antique sont le résultat d'une extension de l'idée de Justice en matière d'échanges. Ainsi, point de chimie sans balance perfectionnée, et point de balance perfectionnée aussi longtemps que des hommes en grand nombre ne se sont pas élevés à la notion de réciprocité.

Dans le cas qui nous occupe, le dernier terme de la série des éléments du travail est donc du domaine exclusif de l'ordre moral. C'est le sentiment pratique du droit mutuel,

qui a construit à travers les siècles un appareil capable d'imposer aux plus déloyaux le respect du contrat. Cet appareil, ce révélateur de la vérité dans les transactions de chaque jour, est devenu plus tard indispensable aux esprits méditatifs, curieux de démêler aussi la vérité, non dans les actes de leurs semblables, mais dans les combinaisons de la Nature. Nous avions déjà vu le producteur subordonné à l'inventeur, celui-ci au savant et le savant au penseur. Comme Pascal fut l'un des précurseurs des grands mécaniciens modernes, comme les tourbillons de Descartes ont préparé les esprits à recevoir Newton, de même Condillac nous a conduits à Lavoisier. Mais il semble maintenant que Pascal, Descartes et Condillac ne soient, à leur tour, que des causes secondes, des interprètes de la conscience progressive du genre humain, chargés de traduire, en langage philosophique, certains principes d'une origine plus lointaine que leur sagesse : il semble, par

exemple, que la connaissance du mode de combinaison des corps ait dû être subordonnée à l'avénement d'un principe de Justice supérieur — principe qui n'est point un attribut primitif de l'espèce humaine, mais se dégage avec l'aide du Temps, et au prix des longues souffrances accumulées par le penchant nécessaire des premiers hommes vers l'Injustice. Car il vient un jour où les agglomérations humaines, cimentées d'abord par ce penchant, ont besoin d un Idéal supérieur et doivent, sous peine de se disloquer, éliminer l'Injustice : c'est le jour où la conscience collective a acquis assez de solidité pour que des idéalistes, d'abord les plus faibles, mais peu à peu devenus les plus forts par le nombre ou par l'énergie, puissent faire pratiquer sur quelque point de la terre cette formule fondamentale : *Il est juste que chacun reçoive l'équivalent de ce qu'il a donné.*

Tout le reste en découle plus tard.

Telle est la cause la plus efficace des ser-

vices que la Chimie rend aux modernes.

Une cause, très-active aussi, quoique d'un titre moins haut, fut le don d'*abstraire*, qui est la caractéristique du génie européen. Dans la seconde moitié du XVIIe siècle, l'Irlandais Robert Boyle exprima le premier clairement l'idée que l'objet principal de la chimie doit être la décomposition des corps, c'est-à-dire l'*abstraction* des éléments, conduisant à la découverte des influences générales. Les médecins du XVIe siècle, en passant d'Aristote à Paracelse, avaient déjà fait un pas très-important : la conception de Boyle en finit avec les chimères des Arabes et les formules mythologiques —toutes choses, d'ailleurs, qui avaient eu leur raison d'être et leur immense utilité pour la Chimie.

CHAPITRE XVII

CONSTRUCTION DU RELIEF TERRESTRE PAR LES PUISSANCES MORALES.

La Chimie n'est pas la seule science expérimentale dont les moyens d'action aient été construits par une impulsion de l'ordre moral. La Physique et l'Astronomie sont dans le même cas. Le verre, qui leur est indispensable, fut d'abord un objet de luxe individuel, à l'époque où les Phéniciens et les habitants de la vallée du Nil, comme les tribus sauvages au

XIX[e] siècle, ornaient de verroteries leur cou, leurs bras et leurs oreilles. Plus tard il devint quelque chose de plus, sous la forme de carreaux de vitres : non-seulement un objet de luxe collectif pour embellir le foyer domestique en y laissant pénétrer la lumière, mais encore un élément de comfort et de propreté, c'est-à-dire l'une des premières manifestations de l'Idéal chez les races travailleuses du Nord, si durement retenues au foyer par les intempéries du ciel. Et si l'on veut, à propos de cette même substance *verre*, pousser plus loin l'analyse, on arrive à retrouver une autre impulsion du même ordre, à l'origine de cette immense découverte. On sait qu'une chaleur des plus intenses est nécessaire pour vitrifier les mélanges à base de sable : il est donc certain que les inventeurs du verre ne sont point parvenus à en obtenir, comme le rapporte la fable, en allumant du feu sur une plage. Le rapprochement de certains faits industriels qui remontent aux premiers âges de l'histoire

des Méditerranéens, permet d'établir que la découverte du verre vint après celle des procédés de fusion du fer (1). Les silicates fusibles qui se forment au contact de ce métal et des matières réfractaires, produisent tous les jours du verre : nous observons ce phénomène dans le laitier des hauts-fourneaux, sur les grilles des foyers de chaudières, aux parois des fours à haute température. Or, le même fait s'est produit, à coup sûr, dès qu'une peuplade a réussi à fondre des minerais de fer sur un lit de sable. Mais quel est le sentiment qui a porté à la longue cette peuplade, dont l'objectif était de fabriquer du fer, à remarquer les propriétés d'une autre substance produite à son insu par le même travail? C'est la *Curiosité*, l'une des plus puissantes impulsions de l'ordre moral, celle qui a fondé le langage, les religions, les philosophies, les sciences; d'où est sorti l'esprit de critique et de libre examen,

(1) Voir le *Dictionnaire des arts et manufactures* de M. Laboulaye (article *Verre*).

qui raffine l'Art chez un peuple, les Institutions politiques chez un autre, affranchit peu à peu les sociétés humaines des entraves au milieu desquelles se débattent les sociétés d'animaux.

Le besoin de Justice, qui est la poursuite de l'Idéal dans les relations humaines ; l'amour du luxe et du bien-être de la famille, autre manifestation de l'Idéal ; enfin la curiosité, qui est la forme intellectuelle et active de l'Idéal, telles sont les impulsions supérieures que l'on retrouve comme causes déterminantes à l'origine des sciences d'observation et d'expérience. Et comme il est bien prouvé que ces sciences, par leurs applications pratiques, donnent au relief terrestre, et lui donneront surtout de plus en plus, un aspect différent de celui qu'il a reçu et qu'il continuerait de recevoir s'il était abandonné comme autrefois à la seule influence des forces de l'ordre physique, il est permis de dire que ce relief est littéralement *construit une seconde fois* par l'Idéal humain,

tout comme il l'avait été une première fois par la Chaleur, la Pesanteur, la Lumière.

Ceci n'est point une vue de l'esprit, une interprétation complaisante des faits observés. On aperçoit véritablement une terre nouvelle surgir au moment où l'Homme, devenu de moins en moins instinctif et de plus en plus réfléchi, réussit à modifier la matière, avec le ferme propos de connaître les choses qu'il ignore. Jusque-là, les forces inorganiques et organiques sont les seules à exercer la *sélection naturelle* et le *combat pour vivre* : la durée nécessaire au moindre changement, alors, est énorme ; le Temps — le vieux Chronos — est tout-puissant ; il règne en maître sur la planète misérable. Mais à mesure que le savoir humain grandit, sollicité par la puissance de réflexion, qui est supérieure aux instincts, tout cela change. Ce ne sont plus des forces qui gouvernent, mais des puissances — car elles tiennent à la fois des trois natures, inorganique, organique et morale. Le Temps, par

ces puissances, est amoindri. Par la conquête des sciences expérimentales, l'Homme transforme sa demeure, les plantes, les animaux et lui-même, en une durée de plus en plus courte ; il devient le vrai chef de la Terre.

On pourrait pousser très-loin cette analyse. Ainsi le travail du verre ayant été la conséquence du travail du fer, comme ce dernier corps fut mis en œuvre pour servir *l'instinct destructeur* de l'Homme, à la chasse ou à la guerre, il est permis d'attribuer une part à cet instinct dans l'établissement de la Physique. La Chimie, du VIIIe au XVe siècle, entre les mains des Arabes, puis des Occidentaux, a été surtout la recherche de la pierre philosophale ; les alchimistes avaient des idées fausses touchant les propriétés de la matière, mais ils firent de grandes découvertes poussés par *l'instinct chimérique*, l'un des plus puissants moteurs du genre humain dans le passé, impulsion déraisonnable, sans doute, mais qui est la forme primitive de l'*Espérance* —

l'un des rares corps simples du monde moral. L'Espérance, jointe à la *volonté*, a fait les choses les plus durables. Elle a concentré les Juifs sur un territoire infime, d'où leur poésie et leurs préceptes ont dominé l'Europe deux mille ans ; elle a donné la belle Amérique pour toujours à l'homme blanc. Unie à l'Idéalité, elle a fondé les Dogmes — ces chaînes de montagnes qui surgissent avec une lenteur extrême, indispensables à l'existence des peuples, et dont les démolitions, transportées par les courants des siècles, dévastent ou fertilisent les contrées sur leur passage.

Nous venons de retrouver, à l'origine des sciences expérimentales, les mêmes impulsions qui ont fait les premières sociétés humaines, c'est-à-dire des instincts purs. Les besoins viennent, en effet, avant les idées. Il faudrait maintenant reprendre un à un tous les instincts qui ont concouru à établir les sciences expérimentales, et rechercher les faits sociaux dans la production desquels ils

le chemin ouvert par la première, et le harem sera fondé. Les guerriers, peu à peu, adoptent les mœurs du chef, et le même village contient maintenant les deux agglomérations de mâles et de femelles, tout d'abord hostiles et séparées.

Ce qui ressort, d'une manière irrécusable, des faits recueillis dans les agglomérations primitives et dans les sociétés civilisées, c'est que les premières sont fondées à peu près uniquement sur les instincts, et les secondes, en partie sur les instincts, en partie sur la réflexion. Amener la prédominance de la réflexion sur les instincts, à la fois dans les relations privées et dans le gouvernement, tel est le but manifeste vers lequel tend l'espèce humaine : se rapprocher de ce but, c'est être en progrès ; s'en éloigner, c'est tomber en rétrogradation. Regardées à cette lumière, l'histoire du passé comme la politique de l'heure présente se laissent pénétrer sans peine. Les instincts — au premier rang desquels il

faut placer le *nutritif*, le *sexuel* et le *destructeur* — ont fondé la civilisation militaire, qui règne presque partout sur le globe. Les facultés réflectives — au premier rang desquelles il faut placer le don d'*observer*, celui de *comparer* et celui d'*abstraire*, en y comprenant l'*induction* et la *déduction* — ont fondé la civilisation industrielle. Pour juger de l'avenir d'un peuple quelconque, il suffit alors d'examiner ses tendances et son pouvoir modificateur sur lui-même. Tout peuple est encore plus ou moins instinctif, mais il possède des moyens plus ou moins efficaces de se réformer. Comme l'avenir échappe indubitablement à la civilisation militaire, qui a pour base la crainte; comme les individus ne seront pas, de longtemps encore, assez forts pour établir la civilisation esthétique, dont le mobile sera l'amour du beau ; il est fatal que la forme intermédiaire, qui a pour base l'intérêt, prédomine de plus en plus — et cette forme, c'est la civilisation industrielle, déjà établie et respectée sur plusieurs points

— notamment dans l'Amérique du Nord, où les Européens ont le champ libre, à la fois pour développer leurs grandes qualités et pour enterrer leurs vilains défauts.

La France a fait l'éducation militaire du continent européen et elle a contribué, pour une part considérable, à fonder les sciences expérimentales. Ce sont deux services de premier ordre rendus à l'humanité, parce qu'ils ont servi à donner le sceptre aux nations industrielles. Mais ce malheureux pays a échoué dans sa révolution de 1789, par excès de tempérament militaire, et depuis lors il étouffe sous le poids de son histoire instinctive. Pour garder la prépondérance, il ne lui servirait plus aujourd'hui de tenter le sort des batailles : dix campagnes heureuses ne l'empêcheraient pas de succomber finalement devant les races réfléchies, qui s'avancent d'un mouvement irrésistible, *sans hâte* mais *sans repos*, sur le premier plan de l'Histoire. La mécanique et le commerce ont neutralisé la *furia francese*.

Il faut produire! Que ce soit du fer, de la houille, des œuvres de bon goût ou des idées justes, peu importe : mais il faut produire, et non perdre le temps à rivaliser pour des choses du temps des croisades. Si la France, faisant effort sur elle-même, dépouille le vieil homme gallo-romain — c'est-à-dire si gouvernants et gouvernés consentent à supporter la contradiction et renoncent à dominer par les armes — elle peut avoir, ramassée dans ses limites actuelles que personne ne lui dispute, une force expansive inouïe : quelque chose, dans un ordre différent, de l'influence de la Grèce antique, après que ce petit pays eut perdu la suprématie militaire. Mais on peut le prédire sans hésiter : si, faisant ce qui est le plus facile, elle écoute ses instincts et reprend la tradition des anciens jours, avant un siècle il ne restera plus de cette grande Unité que le langage, et une légende triste à faire pleurer le Saxon lui-même aux bords de la Loire.

« Pour obtenir, écrivait Franklin, le nombre d'hommes intelligents qui est nécessaire à la prospérité d'une nation, il y a beaucoup plus à attendre d'un plan d'éducation de la jeunesse, que d'un plan de réforme. Dans certaines situations, un seul homme instruit a souvent le pouvoir de rendre à son pays un immense service. »

A côté de cela :

« Un ordre de Cyrus, nous dit Heeren, prescrivait aux Lydiens de rendre leurs armes, de se couvrir de vêtements élégants, d'instruire la jeunesse à boire et à jouer. »

Franklin fut un civilisâteur industriel, et Cyrus un civilisateur militaire. Il faut choisir entre Cyrus et Franklin.

Maintenant, si l'on fait un pas de plus et que, sortant de l'heure présente, on essaie d'entrevoir ce que produira dans l'avenir cette civilisation industrielle que nous vantons, l'espérance n'a plus de bornes. Par l'application des sciences expérimentales nous poursuivons

un but final : remplacer la civilisation industrielle par la civilisation esthétique et affective. Les hommes ont travaillé d'abord par crainte : ils travaillent aujourd'hui et travailleront longtemps encore par intérêt — ce qui est un progrès immense : enfin, ils travailleront plus tard, poussés par la sympathie et l'amour du beau. L'immense prestige de la Grèce tient à ce que, seule entre les nations de la terre, elle a travaillé un jour sous l'impulsion de ces trois mobiles à la fois. Dans cet effort soutenu vers l'Idéal, l'œuvre de la civilisation industrielle est magnifique. C'est elle qui a déjà mis aux mains de la race Aryenne l'hémisphère septentrional, base d'opérations inexpugnable pour commencer l'attaque des continents asiatique et africain. L'Angleterre, l'Allemagne et l'Amérique du Nord — cette dernière surtout — sont à l'avant-garde : les tissus qu'elles travaillent, les vaisseaux qu'elles équipent, les mines qu'elles ouvrent, les villes qu'elles élèvent par enchantement, sont leurs

moyens d'action. Avec ces moyens nous nous rapprochons de la grande vallée où nous retrouverons les descendants de ceux qui furent nos ancêtres. Sans les sciences expérimentales, le foyer Aryen serait demeuré dispersé. Grâce à elles, les deux membres séparés de la noble famille se rejoindront.

L'Européen, riche, entreprenant et fort, ayant drainé sur son passage la fièvre et maîtrisé les hommes de race jaune, retrouvera son frère, le doux Indien, pauvre, opprimé depuis des milliers d'années par une civilisation inférieure à celle dont il descend. C'est alors que la Sympathie collective pourra se déployer dans un hymne splendide au Soleil, symbole raisonné de nos premiers aïeux et synthèse de toutes les forces découvertes par la science moderne.

Voilà ce que préparent les industriels et ce qui légitime leur prétention à l'empire du monde — prétention soutenue d'ailleurs par un outillage militaire déjà victorieux en Vir-

ginie, en Bohême et en Abyssinie, par de vastes moyens de production dans l'ordre pacifique, le pouvoir de se gouverner par l'intermédiaire des assemblées, la constance des désirs, la maturité des résolutions, le respect pour la femme et pour le travailleur, l'aptitude à élever des familles nombreuses et à fonder de puissantes colonies.

L'avenir seul peut dire si la France doit laisser s'accomplir de telles choses, sans y prendre la meilleure part. La question est à la fois simple dans les termes et d'une solution difficile. Le Français est complexe : on peut en isoler deux types radicalement opposés — un militaire exagéré, si l'on s'adresse à ses instincts ; un savant de premier ordre, ou un industriel des plus raffinés, si l'on fait appel à sa réflexion. Le premier type a terminé son œuvre, et il disparaîtra. Le second est semblable à un adolescent vigoureux de corps et d'esprit, combattant sans cesse pour réparer avec son intelligence les fautes dues à son

tempérament. Les organisations les plus heureuses finissent par succomber dans cette lutte, quand elle se prolonge au-delà de ce que permet la nature des choses. Au contraire, l'individu qui réussit, par la Volonté, à brider les instincts bien connus dont la civilisation militaire est sortie, consomme son affranchissement et contribue à délivrer sa race des fatalités qu'ont amassées les ascendants animaux. Or, ce qui est difficile pour un individu, l'est bien davantage pour un peuple ; car il faut obtenir que les instinctifs, qui sont le très-grand nombre, laissent la force aux mains des réfléchis. Mais la gloire réservée à de telles entreprises est immense, et rien ne doit paraître impossible à un peuple passionné pour la gloire.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

DEUXIÈME PARTIE.

LE TRAVAIL DE L'HOMME.

Toutes les variétés de logement peuvent se ramener à cinq types : le trou, la hutte, la cabane, la maison et l'habitation. Les paysans, qui forment l'immense majorité des habitants actuels de l'Europe et vivent encore dans les cabanes, ont été affranchis de la hutte dans les pays froids, par l'invention des carreaux de vitre. L'établissement du foyer de cheminée dans la cabane a groupé la famille autour d'un centre matériel. Par le rapprochement de plusieurs familles, la cabane s'élève à la dignité de maison. Enfin, à mesure que l'idéal des êtres inférieurs grandit, leur logement s'améliore et réciproquement.

Bien qu'ayant manqué de linge, les Méditerranéens ont pu produire dans leur pays une civilisation avancée, à cause du climat exceptionnel dont ils étaient favorisés. Mais cette civilisation ne pouvait s'étendre vers des régions moins fortunées, sans un certain nombre de découvertes de l'ordre matériel, notamment de l'art de produire les tissus de laine et d'autres substances, rapidement et à bon marché. La transformation de l'industrie du vêtement est le grand fait économique du XVIIIe siècle en Europe : elle est la conséquence des progrès de la navigation et du génie mécanique.

L'une des causes de l'esclavage antique fut l'insuffisance des moyens d'alimentation : quand on était obligé de moudre le grain à bras d'homme, la subsistance des grandes villes dépendait du travail des esclaves. Les moulins à vent et les moulins à eau sont l'une des causes les plus efficaces de la suppression de l'esclavage.

RECTIFICATIONS.

Page 25.—Les Goths faisaient partie de la grande famille germanique : au lieu de dire « *les Germains et les Goths,* » il serait plus exact de dire « *les Saxons et les Goths.* » En outre, au lieu de « *les Goths ne cultivaient pas la terre,* » lisez « *les Huns ne cultivaient pas la terre.*

Enfin (page 26), au lieu de « *les Huns s'éveillaient à peine à la vie sédentaire,* » lisez : « *les Goths s'éveillaient à peine à la vie sédentaire.* »

Page 77 (ligne 9). C'est par inadvertance que la *silice* a été signalée au nombre des *corps simples* que les racines des plantes absorbent. On sait que la silice est un composé de deux corps simples, l'oxygène et le silicium.

Page 152 (ligne 2). *Laminer le verre* est une expression impropre, parce qu'elle semble indiquer une opération analogue à celle du laminage du fer, opération qui se fait en passant la matière entre deux cylindres. Il est plus correct de dire : « l'art de souffler le verre et de l'*aplatir* en lames minces. »

Page 314 (ligne 2), lisez : *rien de moins que*, au lieu de *rien moins que.*

FIN DE LA TABLE.

ÉDUCATION

[illegible] — *Pour les enfants*, 1 [illegible]

[illegible] — *[illegible] sur les [illegible] du globe*

[illegible] — *Les [illegible]*

[illegible]

[illegible] — *Michel-Ange, Raphaël et [illegible]*

[illegible] — *Les Grands [illegible]*, 1 vol.

— *Les Grands [illegible]*, 1 vol.

[illegible]

[illegible] par Henri Sainte-Claire Deville [illegible]

Histoire d'une [illegible]

[illegible] — *Histoire du [illegible]*, 1 vol.

[illegible] — *La Vie des animaux. Histoire naturelle [illegible]*

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] — *Les [illegible] de la France*

[illegible]

[illegible] — *Les [illegible]*, 1 vol.

[illegible] — *Histoire [illegible]*

Macé (Jean). — *Histoire d'une bouchée de pain*

— *Les Serviteurs de l'estomac* (suite de l'*Histoire d'une bouchée de pain*)

— *L'Arithmétique du grand-papa*

[illegible]

[illegible] — *Géographie physique*, traduite par [illegible]

[illegible]

[illegible] — *Dictionnaire [illegible]*

— *[illegible]*

[illegible] — *Histoire naturelle [illegible]*

[illegible] — *[illegible] de la conversation*

[illegible] — *Conseils à une mère sur l'éducation de ses enfants*

— *[illegible] de littérature*

[illegible] — *Dictionnaire des termes techniques*

[illegible] (L.). — *Histoire de la Terre*

[illegible] — *Histoire de [illegible]*

[illegible] — *Les [illegible]*

— *Histoire de la [illegible]*

RÉCRÉATION

[illegible] — *Les Aventures d'un Petit Parisien*

[illegible] — *Un Brillant [illegible]*

[illegible] — *Aventures du Petit [illegible] Louis*

[illegible]

[illegible] — *Les Enfants [illegible]*

Macé (Jean). — *Les Contes du petit château*

— *Le Théâtre du petit château*

[illegible] — *Aventures de terre et de mer*, [illegible]

— *Les Jeunes [illegible]*, illustrés par [illegible]

— *Le [illegible] d'Or*, illustré par [illegible]

[illegible] — *Contes [illegible]*, 2 vol. illustrés [illegible]

[illegible] — *La [illegible]*. *Les [illegible]*

Selva (G.). — *Le Livre de [illegible]*

Stahl (P.-J.). — *Morale familière. Contes, récits et leçons*

Stahl et Muller. — *Le Nouveau Robinson suisse*

Verne (Jules). — *Cinq semaines en ballon*

— *Voyage au centre de la terre*

— *De la Terre à la lune*

— *Les Aventures du capitaine Hatteras*, 2 vol.

— *Les Enfants du Capitaine Grant* (Voyage autour du Monde), trois parties. Chaque partie, 3 fr.; complet

